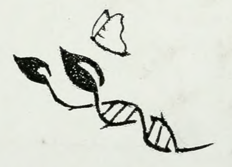
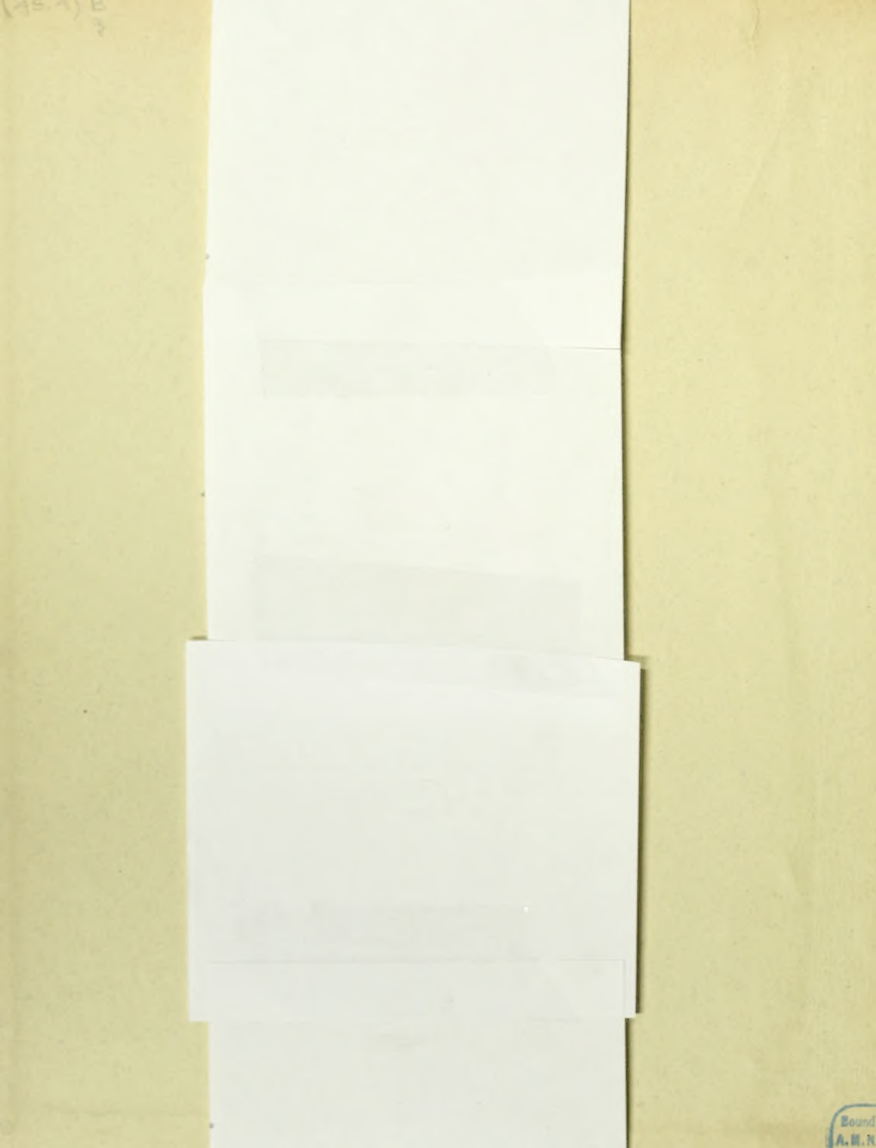




Neue Denkschriften

der

allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft

für die

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Dritte Dekade.

Band II. mit XX Tafeln.

ZÜRICH

auf Kosten der Gesellschaft

Druck von Zürcher & Furrer.

In Commission bei H. Georg in Genf und Basel.

1867.

Neue Denkschriften

der

allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft

für die

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band XXII. mit XX Tafeln.

ZÜRICH

auf Kosten der Gesellschaft

Druck von Zürcher & Furrer.

In Commission bei H. Georg in Genf und Basel.

1867.

Inhaltsverzeichniss.

Sur les gisements des Phyllites du Nebraska.

Note géologique

par

J. Capellini.

A l'occasion de mon voyage en Amérique, M. le professeur Marcou, qui se trouvait à Cambridge et qui eut l'extrême obligeance de me recevoir chez lui, m'encouragea à faire avec lui une excursion dans le Nebraska, afin d'examiner un gisement de plantes fossiles sur l'âge desquelles les opinions étaient divisées entre les géologues américains et quelques-uns des plus distingués paléontologistes du continent européen.

Je m'étais intérressé aux plantes fossiles, il y a quelques années, lorsque je profitai des travaux des mines de lignite dans la vallée de la Magra, pour faire de nouvelles études sur les dépôts du miocène. Plus récemment encore, ayant eu la bonne fortune de découvrir que les marnes qui accompagnent les dépôts de gypse avec *albâtre**), dans les environs de *Castellina marittima* en Toscane, étaient excessivement riches en fossiles analogues à ceux du Senegalliese et de Oeningen, j'étais revenu sur le même argument, et dernièrement, tout près de Bologna, j'avais aussi remarqué un gisement de plantes fossiles dans le pliocène supérieur. Tout cela me fit accepter avec le plus vif empressement l'invitation de M. Marcou, et nous nous décidâmes à nous diriger vers ***Blackbird Hills*** sur la rive droite du Missouri, dans le territoire du Nebraska, où nous nous attendions à retrouver les carrières qui avaient fourni les échantillons étudiés par le docteur Hayden.

*) On doit entendre par albâtre le gypse saccaroide qui est travaillé en Italie sous le nom d'***Alabastro di Volterra***.

Le 29 septembre 1863, je n'étais plus qu'à une journée de distance des collines de Blackbird; je venais de quitter un petit village qui porte le nom de *De Soto*, et je me trouvais à trois lieues de Tekamah.

Depuis le matin, je traversais une prairie assez nivelée, et le drift, qui forme la couche la plus superficielle, était très fin: on n'y apercevait pas un seul caillou de la grosseur d'une noix. Je regardais de tout côté pour découvrir si quelque ravin laissait apercevoir la nature des roches sur lesquelles s'était déposé le drift, lorsque, sans m'y attendre, nous aperçûmes à une petite distance, une modeste cabane en planches près de laquelle il y avait des pierres qui semblaient destinées à la réparation de la cheminée qui avait été construite avec le même matériel.

Nous nous approchâmes avec empressement, et ma surprise fut bien grande en découvrant que la pierre jaunâtre qui devait servir à la cheminée était une mollasse remplie de phyllites très bien conservées. Je ne peux pas dissimuler ma joie pour une si intéressante découverte*), et puisque les feuilles de Tekamah me rappelaient les lauriers, les peupliers, les érables et les noyers de nos terrains tertiaires d'Europe, je m'attendais à avoir à faire à des dépôts comparativement assez récents. La nature de la roche qui renferme ces débris organiques contribuait aussi à me faire croire qu'il s'agissait d'une formation tertiaire analogue à celles de l'Italie centrale, par exemple aux mollasses de *Sogliano*, ou bien encore de *Pontecchio* dans la vallée du Reno près Bologna. Cependant je savais fort bien le peu d'importance qu'il faut attacher à la lithologie, et après avoir trouvé dans les schistes taconiques de la Pointe Lévi, près Québec, beaucoup de ressemblance avec les *schisti galestrini* des Apennins, je n'étais pas du tout disposé à donner de la valeur à la nature de la roche, mais la seule chose sur laquelle je voulais me baser, c'était les rapports stratigraphiques.

Le propriétaire de la petite ferme, J. E. Davis, nous informa que les pierres qui étaient l'objet de notre admiration avaient été tirées d'une carrière qui se trouvait à un kilomètre de la maison, et il n'hésita pas à nous y accompagner.

Sur les bords d'un ravin qui n'avait guère plus d'une douzaine de mètres de profondeur, et au fond duquel coulait un petit ruisseau, était une carrière qu'on avait tout lieu de croire n'avoir été exploitée autrement que pour la construction de la cheminée

*) M. Marcou a déjà publié quelques mots sur cette découverte. V. Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, Tom. XXII., pag. 132. Paris 1864.

de la ferme de M. Davis. Une couche de drift d'une épaisseur d'un mètre et cinquante centimètres à peu près recouvre les roches anciennes, au dessous il y a une couche de cinquante centimètres provenant d'un mélange d'argile bleuâtre et de sable jaunâtre qui rappelle assez bien un mélange du même genre qu'on rencontre à la limite supérieure des argiles sub-apennines en Italie, enfin la mollasse jaune d'or avec empreintes de plantes dicotylédones. Puisque la mollasse formait le fond du ravin, il était impossible d'en mesurer la puissance, ni d'en connaître les rapports stratigraphiques avec les roches plus anciennes; on pouvait donc douter qu'elle fut très récente aussi bien qu'on aurait pu la soupçonner très ancienne. Ne pouvant pas encore résoudre cette question d'âge, tout ce qu'il y avait de mieux à faire, c'était de récolter le plus grand nombre possible d'échantillons des phyllites dont la roche était remplie; ce que nous fîmes, M. Marcou et moi, chacun pour son propre compte.

Bien que la mollasse de Tekamah soit distinctement stratifiée, les empreintes végétales ne sont pas arrangées dans le plan de stratification, ce qui prouve que les eaux dans lesquelles venaient se déposer les grains quartzeux qui devaient ensevelir les feuilles amenées par les alluvions, n'étaient pas assez tranquilles. Le dépôt ne se faisait pas avec assez de calme pour que les feuilles pussent s'arranger et s'étendre aussi bien que celles qu'on rencontre dans les marnes d'Oeningen et de Senigallia. Parmi les échantillons qu'il me fut facile de me procurer, il y avait seulement des plantes dicotylédones, pas de fougères, pas de palmiers, pas de cycadées, rien qui put faire soupçonner que le gisement des phyllites de Tekamah fût plus ancien que le miocène.

Ayant achevé l'exploration de la carrière de M. Davis, je retrouvai le chemin pour arriver à Decatur le soir, et le long d'un sentier tracé sur la prairie, au pied des bluffs, il était facile de voir, de temps à autre, la continuation des mollasses jaunâtres qui, bien souvent, se transforment en véritables couches de sable. Une source d'eau fraîche et cristalline est à moitié chemin entre Tekamah et Decatur; par la couleur des sables à travers lesquels on la voit couler, elle a reçu le nom de *Golden spring* (Source d'or); de petits arbrisseaux l'entourent et donnent à la localité un aspect très pittoresque, et la *Marchantia polymorpha* rampant sur le sable vient tapisser la partie de la roche par laquelle l'eau coule en petits filets. Près de *Golden spring* je n'ai pas trouvé de phyllites, mais il n'y a pas à douter que les sables dorés ne soient la continuation des mollasses de Tekamah, et la présence d'une source prouve qu'une couche imperméable doit se trouver au-dessous des sables à peu de profondeur. Un autre fait vient à l'appui de cette supposition: c'est qu'au pied des bluffs et sur la prairie, entre Tekamah et Decatur,

on se procure bien facilement de l'eau en creusant le drift et la mollasse à une petite profondeur, ce qui ne pourrait pas arriver s'il n'y avait pas une couche imperméable à la base de cette dernière roche.

Un jour après, j'étais à Blackbird Hills, c'est à dire dans la localité même d'où avaient été tirés une partie des échantillons décrits par Meeke et Hayden. Nous traversâmes deux stations d'Indiens de la tribu Omahas et nous nous rendîmes directement chez le missionnaire Burtt qui habite à deux kilomètres à peu près du village *Islamazo*, résidence de *La Flèche*, le chef de la tribu.

La Mission est une maison bâtie assez solidement en pierre, et la cause de cette différence de construction vis-à-vis des ordinaires habitations du Nebraska est assez facile à comprendre: les pauvres missionnaires quelquefois, pour récompense de toutes les peines qu'ils se donnent pour améliorer la condition des Indiens, sont menacés de perdre leur vie et doivent soutenir des sièges jusqu'à ce que la raison reprenne son empire parmi les Peaux-rouges. Pour avoir les pierres à bâtir la Mission, des carrières furent ouvertes dans les bluffs qui sont tout près; une mollasse grisâtre assez fine et compacte qui en est la roche principale fut largement exploitée, et de nombreux échantillons de phyllites y furent découverts à cette occasion.

La construction de la Mission une fois achevée, les carrières ont été abandonnées, les agents atmosphériques ont bientôt modifié la localité en la recouvrant de nombreux débris de roches altérées et de drift transporté par les alluvions; une luxuriante végétation s'est emparée de la nouvelle tranchée dont il reste à peine des vestiges.

En 1863, lorsque j'ai visité Blackbird, il était impossible de songer à récolter des phyllites dans les carrières de la Mission; on pouvait à peine apercevoir la nature des roches et suivre leur succession stratigraphique. Cependant j'ai été assez heureux pour obtenir de l'amabilité du missionnaire quelques échantillons qu'il avait ramassés lorsque les carrières étaient exploitées.

Bien que les phyllites de Blackbird ressemblent beaucoup à celles de Tekamah, la roche est tout à fait différente. Cela ne m'intriguait pas moins que la mollasse de Tekamah; j'ai comparé la mollasse de Tekamah avec celles du terrain tertiaire d'Italie, et il faut avouer qu'il y a la plus parfaite ressemblance entre la mollasse de Blackbird et les mollasses grises du miocène de *Val di Magra* en Italie, de sorte que, à ce moment-là, je doutais encore si les bluffs que je venais d'explorer n'étaient pas réellement de l'époque tertiaire. Après avoir grimpé de tout côté pour retrouver la position stratigraphique des couches avec phyllites, j'ai pu m'assurer que la partie supérieure des

bluffs était formée par la mollasse jaunâtre que nous pourrons indiquer tout simplement par le nom de mollasse de Tekamah; cette roche, dans la partie inférieure, devient de plus en plus compacte et d'un teint plus clair, jusqu'à rappeler le grès de Fontainebleau; de cette nuance elle passe successivement à la couleur grisâtre, parfois un peu rougeâtre avec paillettes de mica. C'est surtout de ces dernières couches qu'on a tiré les pierres à bâtir pour la Mission de Omaha, les échantillons de feuilles fossiles décrites par Meeke et Hayden, et ceux qui m'ont été donnés par M. Burtt. Les débris de végétaux fossiles ne manquent pas dans les couches supérieures, mais pour s'assurer de leur importance, il faudrait les exploiter largement, comme on l'a fait à Tekamah. Dans le drift qui s'étend de tout côté jusque sur le sommet des bluffs, on voit des erratiques de quartzite et grès rouge.

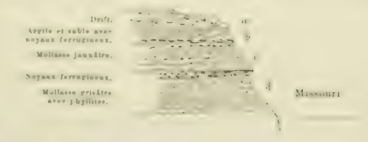
De Blackbird, nous nous dirigeâmes à Dakota, en face de Sioux-City, toujours sur la rive droite du Missouri; le long du chemin qui descend les bluffs du côté de Dakota, on pouvait voir des couches crétacées avec Inocérames distinctement superposées aux mollasses de Blackbird. Ce fait de la plus haute importance était bien évident à la colline des Pélerins, mais il aurait fallu s'arrêter, recueillir quelques échantillons, rechercher avec soin la nature des roches et leur ordre stratigraphique: ce qui était, à ce moment-là, tout à fait impossible. Nous étions au milieu d'un pays désert, dans le territoire des Indiens, la nuit n'était pas bien loin, et nous n'étions pas bien sûrs de la distance qui nous séparait de Dakota, qui devait être notre prochaine station. Il me restait à voir les bords du *Big Sioux,* la localité classique où les géologues américains avaient étudié la succession stratigraphique. Il fallait donc se diriger du côté de Sioux City et traverser le Missouri en face de l'embouchure du Big Sioux river. Arrivé à Sioux City, aussitôt renseigné sur les carrières du voisinage et sur la possibilité de les visiter sans être scalpés par les Sioux, qui, à ce moment-là, faisaient des ravages dans les environs, nous nous dirigeâmes aux fours à chaux de M. Verygood à cinq lieues de Big Sioux, sur les bluffs qui longent la rive gauche du Big Sioux river. La pierre à chaux qui alimente les fours de M. Verygood est une véritable craie blanchâtre qui se divise en couches assez minces et qui parfois est un peu marneuse. La carrière de M. Verygood offre une magnifique coupe de 20 mètres à peu près de hauteur, on y voit des couches un peu jaunâtres à cause de l'abondance de l'oxyde de fer qui parfois se concentre en véritables rognons qu'on voit disséminés par étages réguliers.

Dans toute l'épaisseur des couches se trouvent des Inocérames *(I. problematicus)* dont le test est très bien conservé, cependant on rencontre assez difficilement des échantillons

complets *); pour la plupart, il s'agit de valves isolées qui souvent forment à elles seules des lits intercalés parmi des couches crayeuses, avec de nombreux débris de poissons, surtout des écailles. Les lits de craie à débris de poissons des environs de Sioux rappellent la roche crayeuse du mont Liban avec ses nombreux débris de *Perca cairica*. Le mauvais temps m'a empêché d'avoir de bons échantillons et j'ai été obligé de me contenter de quelques écailles, mais je ne doute pas, que, par des recherches soigneuses, on ne puisse parvenir à avoir des échantillons tout à fait déterminables.

En descendant le bluff du côté de la rivière Big Sioux, on peut s'assurer que les couches crétacées sont superposées à des couches argileuses et sablonneuses analogues à celles de Tekamah et d'autres que nous allons retrouver bientôt plus près de la rivière. Sans une pluie torrentielle, j'aurais continué à descendre le bluff du sommet de la carrière Verygood jusqu'à la base, près du Big Sioux, et, malgré la végétation, j'aurais essayé de retrouver et mesurer exactement les différentes couches, mais il fallait y renoncer ce jour-là, et pendant mon séjour à Sioux City, le temps a été toujours si orageux qu'il m'a été impossible de songer à une seconde excursion de ce côté-là.

Après les observations à la colline des Pélerins et la visite à la carrière Verygood, il n'y avait plus à hésiter à regarder les observations faites par les géologues américains comme tout à fait justes; pour mon compte, je ne doutais plus que les couches à phyllites devaient se rapporter au terrain crétacé; la stratigraphie venait de me l'apprendre, et on ne pouvait pas songer à des renversements de couches dans une contrée où tout est si régulier et où les terrains conservent presque leur horizontalité primitive. Cependant, pour achever une recherche si importante et éloigner toute espèce de doute, il me fallait mieux voir les couches inférieures. A cet effet, ce fut par la base que je commençai un second examen des roches qui se trouvent à l'embouchure du Big Sioux. Les bluffs de la rive gauche du Missouri, près de l'embouchure du Big Sioux, sont tellement dénudés qu'on a une magnifique exposition des roches dont ils se composent. C'est à une petite distance de Sioux City même qu'on peut très bien voir la coupe suivante:



*) On y trouve aussi l'*ostrea congesta*.

A partir du bord de la rivière (le 3 octobre 1863) j'ai mesuré quatre mètres d'une mollasse qu'on n'avait aucune difficulté à reconnaître comme correspondante à celle qui est à la base de la colline de Blackbird; cette roche est pétrie de débris de végétaux carbonisés, quelques feuilles dicotylédones étaient bien reconnaissables, et mon ami M. Marcou y trouva encore un débris de feuille de fougère? Vers la partie supérieure des mêmes couches, il y a une quantité de moules et empreintes de coquilles bivalves que j'ai cru devoir rapporter au genre *Cyrena*, et, dans le même horizon, on trouve de nombreuses concrétions de pyrites en partie changées en limonite et en ocre. A la mollasse grise est superposée une mollasse jaunâtre laquelle, au point de vue des caractères lithologiques, correspond parfaitement à la mollasse de Tekamah; son épaisseur est à peu près de trois mètres, on peut très bien en apercevoir la stratification, d'après des noyaux ferrugineux qui sont distribués régulièrement à différentes hauteurs.

Le même mélange de sable et argile que j'ai déjà signalé, surtout à Tekamah, on le voit aussi dans ce bluff du Big Sioux où j'ai pu constater l'épaisseur de la couche, qui est à peu près d'un mètre. Le drift termine la série par le haut dans les bluffs qui sont tout près de la rivière; mais, en suivant la couche argilo-sablonneuse dans sa direction du côté des bluffs les plus élevés, on la voit plonger sous les couches argileuses que j'ai eu à faire remarquer dans le bluff de la carrière Verygood. Il y a donc là le complément de la série crétacée exposée dans les environs de Sioux-City, et la seule chose dont je ne puis rendre compte par des mesures précises, c'est l'épaisseur de la couche qui sert à rallier les couches de craie à inocérames avec les couches à phyllites.



Coupe des bluffs le long du Missouri entre Sioux-City et Big Sioux river.

La coupe fig. 2*) est ce qu'on voit depuis l'embouchure du Big Sioux jusqu'à Sioux-City, toujours en longeant la rive gauche du Missouri. Cette coupe n'a d'autre but que de faire apprécier l'horizontalité des couches, les effets de la dénudation et la distribution du drift à la partie supérieure des bluffs. Dans le drift, on rencontre des erratiques de granit rougeâtre, quarzite et jaspe; on y trouve aussi de petits cailloux de serpentine.

*) Les lettres de la coupe fig. 2 ont la même valeur que dans la fig. 1.

D'après tout ce que nous venons de voir à propos des environs de Sioux-City, on comprend facilement qu'une série stratigraphique si complète et si nette jette une pleine lumière sur les faits isolés observés d'abord à Tekamah et à Blackbird, et nous fait connaître l'exacte position des roches à feuilles dicotylédones analogues aux phyllites tertiaires d'Europe, mais en réalité appartenant à la craie.

Dans les environs de Sioux-City, on peut évaluer l'épaisseur de l'ensemble de ces couches crétacées à 40 mètres à peu près; on peut les diviser très bien en deux parties, l'une très riche en phyllites est une formation d'eau douce; la partie vraiment crayeuse avec poissons et inocérames serait d'origine marine. Le tout n'est probablement pas plus ancien que la craie de Maëstricht; tel a été mon avis dès le premier jour où j'ai admis que les phyllites dicotylédones du Big Sioux et de Tekamah étaient crétacées.

Une fois l'âge des mollasses à phyllites établi à l'aide de la stratigraphie et des animaux, il est bien intéressant de voir s'il avait été possible d'arriver au même résultat par les restes de végétaux; c'est pour cela que M. le professeur HEER a eu l'extrême obligeance de venir à mon aide et de se charger de l'étude des échantillons que j'ai rapportés de mon exploration. Plus d'une douzaine d'espèces ont été reconnues parmi les phyllites de Tekamah, Blackbird et Big Sioux; c'est surtout la première localité qui a fourni les meilleurs échantillons et nous sommes bien aises de conclure que lorsque les observations sont exactes et les déterminations faites d'après l'examen soigneux des échantillons, il n'y a jamais aucun désaccord entre la stratigraphie et les lois paléontologiques.

---

*) Près de Nebraska City j'ai rencontré la mollasse jaunâtre de Tekamah qui repose sur une série très ancienne sur laquelle j'aurai l'occasion de donner des détails dans la description de mon voyage. M. MARCOU la croit bien plus ancienne, mais pour mon compte j'insiste sur son identité avec la mollasse de Tekamah. J'y ai rencontré quelques mauvais débris de végétaux tout à fait indéterminables, j'en ai même donné à mon ami et compagnon d'excursion, et si l'on y fait des recherches plus soigneuses, on finira par avoir des échantillons qui ne permettront plus de douter de l'âge de la mollasse de Nebraska Landing.

Sur les plantes fossiles du Nebraska

par

Osw. Heer.

La collection de M. Capellini contient seize espèces; quatre sont très-mal conservées; douze sont déterminables. Cependant, sur ces dernières, plusieurs ne sont que des fragments, de sorte que leur détermination est difficile et n'offre pas assez de sûreté. C'est surtout le cas avec les Phyllites, que j'ai rapportés aux genres Platanus et Andromeda.

Il est sûr que toutes les feuilles que M. Capellini a trouvées, sont des dicotylédones, et c'est avec grande probabilité qu'on peut en rapporter une au genre Ficus, une aux Salix, une aux Diospyros, deux au genre Populus et deux aux Magnolia, quoiqu'on n'ait ni fruits, ni autres organes, qui puissent assurer tout-à-fait ces déterminations. Ces genres sont encore vivants, et on les trouve aussi dans le terrain tertiaire.

Si nous comparons ces plantes du Nebraska avec les plantes crétacées d'Europe, nous ne trouvons point d'espèces identiques. J'en ai envoyé les dessins à M. le Dr. Debey, à Aix-la-chapelle, où il a découvert toute une flore crétacée. Il m'a écrit qu'il n'a pas trouvé une espèce identique. Même la plupart des genres sont différents, il n'y a qu'un Cissites (C. aceroides Debey)*) qui rappelle un peu le C. insignis (cf. Taf. IV. fig. 5).

Les plantes crétacées de Henaut en Belgique, celles de Blankenburg et de Quedlinburg sont aussi très différentes. M. le Prof. Schenk m'a envoyé dernièrement une collection

*) Cf. pl. II. fig. 5. M. le Dr. Debey m'a communiqué le dessin de cette espèce.

de plantes de Quedlinburg, pour la détermination. Elle contient outre des conifères et des fougères caractéristiques de la craie, des dicotylédones; mais il n'y a pas de formes semblables à celles du Nebraska.

La flore crétacée de Moletein, en Moravie, que j'ai étudiée dernièrement, offre plus de ressemblance. Elle contient deux espèces de Ficus, qui ressemblent beaucoup au Ficus du Nebraska, et deux espèces superbes de Magnolia; une avec un cône de fruit. Il existe donc une relation entre la flore du Nebraska et celle de la craie supérieure d'Europe, quoique les espèces identiques manquent. Mais jusqu'à présent on n'a pas trouvé à Nebraska les genres caractéristiques pour la flore crétacée d'Europe.

Si nous comparons ces plantes du Nebraska avec les plantes tertiaires, nous ne trouvons pas d'espèces identiques; mais 7 genres (Populus, Salix, Ficus, Platanus, Andromeda, Diospyros et Magnolia) sont aussi miocènes et encore vivants. Il paraît donc que cette flore du Nebraska se rattache plus à la flore tertiaire, qu'à la flore crétacée d'Europe, fait qui m'a déjà frappé en voyant les premiers dessins des plantes de cette localité.*) Mais nous devons remarquer que nous connaissons un très petit nombre d'espèces d'Amérique et d'un autre côté, que la flore crétacée d'Europe a aussi beaucoup de rapports avec la flore tertiaire, plus que je ne l'avais cru auparavant. J'ai trouvé dans la flore crétacée de Moletein, en Moravie, des Ficus et des Magnolia, qui ressemblent aux espèces tertiaires une Myrtacée, qui est bien voisine de l'Eucalyptus rhododendroides Mass. du Mt. Bolca, un Juglans et une Laurinée, qui ont aussi leurs analogues dans la flore tertiaire, un Pinus et deux autres Conifères, qui appartiennent au genre Sequoia, lequel était très-répandu en

*) Cf. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Dec. 1858 p. 257. Silliman Americ. journal. Mai 1861, p. 435, et mes recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, p. 180. M. Meek et Hayden ne m'avaient envoyé que quelques dessins des plantes du Nebraska, et c'est sur ces dessins que j'avais fondé mon opinion. Elles ressemblaient tellement aux plantes tertiaires, que je prenais cette formation pour tertiaire. Les notices de M. Newberry, qui disait qu'on avait trouvé des feuilles de Magnolia, Acer, Fagus, Cornus, Populus, Liriodendron, Alnus et Salix dans la même formation, me fortifiaient dans mon opinion. Ce sont des feuilles qui appartiennent à des genres très-répandus dans le tertiaire, tandis que pour la plupart ils n'étaient pas encore dans ce temps-là connus dans la craie. Cependant je me permettrai d'observer, que je n'ai jamais parlé d'une identité entre les espèces du Nebraska et les espèces miocènes. Je n'ai signalé que deux espèces (un Populus et un Laurus) comme très-semblables aux espèces miocènes et pouvant peut-être s'y rapporter; mais j'ai dit qu'elles étaient trop mal conservées pour une détermination assurée (cf. Proceedings of the Academy of Philadelphia, p. 265). M. le prof. Marcou est donc allé trop loin quand il parle dans son mémoire (une reconnaissance géolog. au Nebraska, bullet. de la société géol. de France, janv. 1864, p. 146) des *plantes miocènes* trouvées au-dessous de cinq à six cents pieds de craie blanche. On ne pourrait s'exprimer de cette manière que quand il y aurait des espèces identiques. Je n'ai

Europe et en Amérique à l'époque miocène et ne se trouve qu'en Californie à présent.

Comme les poissons crétacés se rapprochent plus des poissons tertiaires que des poissons jurassiques, la flore crétacée supérieure est aussi tout-à-fait différente de la flore jurassique, et se lie plutôt à la flore tertiaire, et il paraît qu'en Amérique ces relations entre la flore tertiaire et la flore crétacée sont encore plus intimes qu'en Europe.

Il est très remarquable, que les plantes du Nebraska presentent (cf. Magnolia et Liriodendron) des rapport avec la flore vivante d'Amérique, tandis que la flore crétacée d'Europe a plutòt un caractère indo-australien. Il paraît donc que, depuis l'époque de la craie, la flore d'Amérique n'a pas subi un changement aussi profond que la flore d'Europe. Tandis que la flore crétacée d'Europe est tout-a-fait différente de la flore vivante d'Europe, la flore de Nebraska contient 8 genres, qui se trouvent encore en Amérique, et il est très remarquable que la plupart se trouvent dans des contrées sous la même latitude.

Description des éspèces.

1. **Populus litigosa. m.** — Pl. I. Fig. 2.

P. foliis rotundatis, basi integerrimis, nervis quatuor primis lateralibus basilaribus, oppositis, ceteris alternis, longe distantibus; nervillis curvatis, indivisis vel furcatis.

Tekamah.

---

pas reconnu une pareille identité entre les espèces du Nebraska et les espèces miocènes d'Europe, et elle résulte encore moins des plantes qu'a apportées M. Capellini.

Si M. Marcou dit: après cette découverte je ne vois aucune objection sérieuse que l'on puisse faire au mélange des plantes carbonifères et des Bélemnites à Petitcœur en Tarentaise (p. 146), il oublie que ces plantes ne sont pas du tout mélangées aux Bélemnites, et que la formation anthracifère qui les contient possède une flore riche, identique à la flore carbonifère non seulement dans les genres, mais aussi dans les espèces, et entièrement différente de la flore liassique, tandis que pour les plantes du Nebraska il ne s'agit que de genres identiques, dont plusieurs n'ont pas encore été trouvés en Europe dans la craie. Si la molasse du Nebraska appartient à la craie supérieure (d'après Marcou au Sénonien ou turonien), elle s'approche d'ailleurs beaucoup plus du tertiaire que le terrain carbonifère de la formation liassique. La Trias qui sépare ces deux dernières formations, contient une flore tout-à-fait différente de la flore carbonifère, comme de la flore liassique. Je prétends donc, qu'il y a à faire non seulement une, mais plusieurs objections très sérieuses, contre la conclusion de M. Marcou, qui sans doute modifierait profondément les lois de la paléontologie. Heureusement elles reposent sur tant de faits entièrement assurés, qu'il faudrait de meilleures raisons pour les bouleverser.

Un fragment de feuille, qui probablement appartient à la même espèce, que M. Hayden a découverte à Big Sioux et dont il m'a envoyé un dessin (cf. Silliman améric. journal 1859, p. 223). Le Dr. Newberry a rapporté cette feuille au genre Credneria, tandis qu'elle me paraissait appartenir au genre Populus et être proche parente du P. Leuce Ung. Les deux paires de nervures secondaires presque basilaires dont la première est beaucoup plus tendre et plus courte, comme chez les Populus monilifera, P. angulata et P. balsamifera, et la manière dont la base des nervures secondaires est fixée à la nervure primaire, parlent en faveur d'une feuille de peuplier. Les nervilles sont passablement fortes, fortement courbées, en partie simples, en partie bifurquées. La base de la feuille n'est pas dentée, le limbe de la partie supérieure n'est pas conservé. Les deux fortes nervures secondaires des Credneria sont insérées plus haut, et au-dessous nous trouvons plusieurs paires de nervures secondaires tendres et insérées d'une autre manière (nervi basilares sub angulo fere recto abeuntes).

2. **Populus ? Debeyana m.** — Pl. I. Fig. 1.

P. foliis breviter ovalibus, basi leviter emarginatis, glandulosis, integerrimis, nervo medio valido, secundariis flexuosis, ramosis, valde camptodromis.

Tekamah.

Une feuille bien conservée. Elle est un peu plus large que longue et paraît avoir été arrondie au sommet, cependant la pointe n'est pas conservée. La plus grande largeur est au milieu de la feuille, qui est atténuée également vers les deux extrémités: la base est échancrée, et auprès de sa nervure médiane se trouvent deux verrues arrondies, qui sont sans doute des glandules. Les bords de la feuille sont entiers et un peu ondulés. La nervure médiane est forte; elle porte 9 nervures secondaires, qui se détachent sous un angle peu aigu, en suivant un peu à la base la nervure mediane; elles sont flexueuses et ramifiées, et forment des arcs qui se rapprochent au bord; les inférieures (les basales) sont plus tendres et plus courtes; plus haut (à $^1/_6$ de la hauteur de la feuille) sont deux nervures secondaires opposées, qui sont plus longues et plus fortes; les deux qui suivent sont aussi opposées, les autres alternes; les nervures tertiaires très arquées et fines; le tissu réticulé à mailles larges et polygonales.

La disposition des nervures secondaires, leur ramification et la formation des mailles sont semblables à celles des peupliers, en faveur desquels parlent aussi les deux glandules à la base de la feuille. La feuille du Nebraska diffère de la plupart des feuilles de peuplier

en ce que les deux nervures secondaires opposées et plus fortes, sont plus éloignées de la base, et ainsi la feuille devient penninerve. Cette disposition n'exclut cependant pas les peupliers, puisque la feuille du Populus laurifolia Ledeb. est aussi penninerve. Il me paraît donc que les peupliers sont les plus proches parents. Peut-être qu'elle appartient à un genre particulier de la famille des Salicinées.

3. **Salix nervillosa m.** — Pl. I. Fig. 3.

S. foliis oblongo-lanceolatis, integerrimis, nervis secundariis angulo subacuto egredientibus, curvatis, camptodromis, nervillis incurvis angulo subrecto orientibus.

Tekamah.

Cette feuille a la nervation caractéristique des Saules. Elle a des nervures secondaires éloignées, fortement courbées et camptodromes. D'autrès nervures, qui partent de la nervure médiane à angle droit, sont plus fines, courtes, recourbées et s'unissent à la nervure secondaire inférieure. Nous avons des nervilles plus fortes et d'autres très fines alternantes. Les bords de la feuille paraissent être entiers.

On ne peut pas comparer cette feuille aux phyllites de Gœppert (Fossile Pflanzen des Quadersandsteines Schlesiens; Verhandlungen der Leop. Carol. Academie. XI. 2. Taf. 47. Fig. 18), qu'il a attribuées aux Saules, car le détail de la nervation plus fine leur manque tout-à-fait. La forme rappelle un peu le Salicites Petzeldianus Göpp.

4. **Betulites denticulata m.** — Pl. IV. Fig. 5, 6.

B. foliis breviter ovatis, denticulatis, basi rotundatis, integerrimis, nervis secundariis angulo acuto egredientibus, craspedodromis, rectis.

Molasse grisâtre de Blackbird Hill.

Plusieurs feuilles sont sur la même pierre. La forme rappelle des feuilles de peuplier, mais les nervures secondaires craspédodromes les excluent, et prouvent que ce sont des feuilles de Betula ou Alnus, et à peine peut-on décider si elles appartiennent au premier ou au dernier de ces genres. Je les rapporte plutôt au genre Betula, à cause de la forme de la feuille.

La feuille atteint sa plus grande largeur au-dessous de la moitié; elle est arrondie à la base et atténuée vers le sommet, qui est acuminé. Les bords sont entiers à la base; mais la partie supérieure est pourvue de quelques petites dents. Nervures secondaires 5 — 6, montant à angle aigu et atteignant les dents. Les nervures secondaires basales

sont opposées; leurs rameaux (les nervures tertiaires) sont dirigés vers les bords et entre eux se trouvent de petites nervilles. Les nervures secondaires supérieures se ramifient très-peu.

5. **Ficus primordialis m.** — Pl. III. Fig. 1.

F. foliis coriaceis, lanceolatis, basin versus angustatis, integerrimis, penninerviis, nervis primis secundariis arrectis, basalibus, celeris angulo semirecto egredientibus, camptodromis.

Tekamah.

Feuille probablement coriace, entière, atténuée à la base. Nervures secondaires courbées fortement en avant; les deux premières montent à angle très aigu, les autres à angle plus droit, comme chez beaucoup de figuiers vivants.

C'est le groupe des Ficus Giebeli F. lanceolata et du terrain miocène et celui du F. princeps Kth. parmi les espèces vivantes, qui offrent la plus grande analogie avec cette espèce du Nebraska, mais la nervation est différente.

6. **Platanus ? Newberryana m.** — Pl. I. Fig. 4.

Nous avons dans cette feuille de Tekamah trois nervures principales, comme dans le genre Platanus; les latérales ont plusieurs nervures secondaires, qui aboutissent à l'extrémité des dents. Le limbe se prolonge en forme de coin le long du pétiole, comme dans le Platanus cuneata Willd. Les dents sont aussi très-aigues. Il n'est pas sûr si la feuille était lobée, car la partie supérieure manque; mais la nervure basilaire, latérale, qui est forte et longue, le rend vraisemblable. Dans le genre Chondrophyllum*) la feuille offre une forme semblable. Notre feuille du Nebraska est aussi atténuée à la base en forme de coin; elle a trois nervures principales, les latérales dirigées en avant et les nervures secondaires montant à angle très-aigu. Mais les nervures principales latérales ont des nervures secondaires plus nombreuses, plus fortes, plus ramifiées et craspédromes, que les Chondrophyllum.

La partie basale atténuée de la feuille est entière, le limbe un peu élevé, comme dans le Chondrophyllum cuneatum Bronn. Plus haut sont des dents pointues, séparées

*) M. Stiehler a changé ce nom, donné par Bronn, en Ettingshausenia. Mais je ne vois pas de raison suffisante pour ce changement, car les Chondrophyllum Bunge sont seulement une division des Gentiana, et celui qui préfère la multiplication des genres trouve déjà pour ce groupe d'autres noms plus anciens (Hippia et Ericoila).

par des sinus larges. Les deux nervures latérales sont presque aussi fortes que la médiane. Celle de la partie gauche est presque tout-à-fait conservée. Plusieurs nervures secondaires montent de celle-ci à angle aigu; la seconde pousse plusieurs nervures tertiaires, qui aboutissent au limbe. Toutes sont craspidodromes et aboutissent à l'extrémité des dents. Les nervures secondaires de la nervure médiane montent aussi à angle aigu. Tissu réticulé, nervilles fortement courbées.

M. le docteur Newberry a annoncé pour Nebraska le genre Chondrophyllum (Ettingshausenia), mais la feuille qu'il a prise pour une feuille de Chondrophyllum, en diffère par ses lobes entiers et par ses nervures secondaires plus serrées, et il me paraît qu'elle se rapproche plus des Sassafras, si le dessin et la restauration de Newberry est juste. Notre feuille de Tekamah rappelle plus les feuilles de Chondrophyllum de Moravie, mais elle se rapporte plutôt aux Platanus, qu'aux Cissus.

7. **Proteoides grevilleæformis m.** — Pl. IV. Fig. 11.

J'ai réuni sous le nom de Proteoides plusieurs feuilles de Big Sioux (entre l'embouchure de Big Sioux river et Sioux city), qui me paraissent appartenir à la famille des Protéacées, mais qui sont en si mauvais état que leur détermination précise n'est pas possible. Elles sont d'un grand intérêt, étant les représentants uniques, mais pas encore tout-à-fait assurés, d'une famille qui se trouve en masse dans la craie supérieure à Aix-la-Chapelle.

La feuille de Pr. grevilliæformis est étroite et linéaire; le sommet manque. Les nervures secondaires sont très-fines, obliques, émises sous un angle aigu. Elles sont presque parallèles au limbe, comme dans le genre Grevillea.

8. **Proteoides daphnogenoides m.** — Pl. IV. Fig. 9, 10.

Les feuilles sont coriaces, à la base atténuées, entières; la nervure médiane est forte; elle porte deux nervures secondaires faibles, acrodromes, qui sont presque parallèles au limbe; mais elles ne sont pas opposées, comme chez les Daphnogene et Cinnamomum.

9. **Proteoides acuta m.** — Pl. IV. Fig. 7, 8.

Feuilles coriaces, atténuées à la base et au sommet, lancéolées, acuminées, entières; nervure médiane forte, les nervures secondaires manquent.

10. **Aristolochites dentata m.** — Pl. II. Fig. 1, 2.

A. foliis peltatis, triplinerviis, margine crenato-dentatis.

Tekamah.

Deux feuilles avec une nervation très prononcée, et parfaitement bien conservées.

La feuille est échancrée à la base; une ligne va de cette échancrure jusqu'à l'insertion du pétiole, qui est éloigné du limbe. Il paraît que cette ligne n'est formée que par un pli et non par une fente, et que la feuille est vraiment peltée. Le limbe est denté, les dents sont grandes, mais obtuses. La feuille a trois nervures principales; l'intermédiaire est plus forte que les deux latérales; elles sont sinuées; les latérales sont divisées à la base en rameaux et bifurquées à l'extrémité; les rameaux sont espacés et recourbés en grands arcs, de même que les rameaux de la nervure médiane, qui sont peu nombreux. Toutes les nervures secondaires sont fortement sinuées et forment de grosses mailles, qui renferment un tissu réticulé: les cellules de ce tissu sont grandes. On voit aussi des mailles semblables, grosses et polygones, plus près du limbe; mais le plus fin tissu a disparu.

Les Nymphéacées et les Aristolochiées nous offrent des feuilles peltées semblables. Dans un groupe de Nymphaea (N. Lotus L.), nous trouvons la même forme de dents, mais la nervation diffère tout-à-fait. Les Nymphéacées ont beaucoup de nervures principales et un autre arrangement des mailles et du tissu; ces feuilles ne peuvent donc pas appartenir à la famille des Nymphéacées. La nervation rappelle beaucoup plus la famille des Aristolochiées. Les feuilles d'Aristolochia et d'Asarum ont une réticulation des nervures tout-à-fait semblable. La nervation est aussi très prononcée; les nervures principales et secondaires sont aussi sinuées de la même manière, forment des mailles semblables et renferment un tissu de même structure. Il est vrai que les feuilles des Aristolochiées sont presque toujours entières, mais nous avons quelques espèces à feuilles denticulées (cf. Aristolochia Pistolochia et A. bracteolata Lam.) et une espèce (l'Aristolochia peltata L.) a aussi des feuilles peltées comme la plante fossile; je crois donc que nous pouvons attribuer ces feuilles à une plante de cette famille.

11. **Andromeda Parlatorii m.** — Pl. I. Fig. 5.

A. foliis lanceolatis, basi attenuatis, integerrimis, nervo medio valido, transversim striato, secundariis subtilissimis, angulo acuto egredientibus, camptodromis.

Tekamah.

Il n'est pas possible de décider si la feuille était coriace ou herbacée; cette dernière supposition me paraît cependant plus probable. Le sommet et la base manquent; mais on voit que la feuille est atténuée dans ces deux directions. Le limbe est entier, la nervure médiane forte et striolée. Les nervures secondaires montent à angle aigu; elles sont fines, fortement courbées en avant, et s'anastamosent chacune à celle qui lui est supérieure à peu de distance du bord. Le plus fin tissu a disparu.

Les Andromeda protogæa Ung. et A. Grayana m. (qui se trouve dans le miocène d'Amérique) ont des feuilles de la même forme; mais la nervure médiane plus forte et des stries transversales distinguent la feuille du Nebraska.

12. **Diospyros primæva m.** — Pl. I. Fig. 6, 7.

D. foliis oblongo-ovalibus, integerrimis, apice obtusiusculis, nervis secundariis serpentinis, ramosis, camptodromis.

Tekamah.

La figure 6 est celle qui nous montre le mieux la nervation de cette feuille. La nervure médiane est forte; les nombreuses nervures secondaires montent sous un angle demi-droit. Elles sont fortement sinuées et vers le limbe réunies en grands arcs. Les mailles principales sont remplies d'un tissu large, qui est formé de beaucoup de nervilles. La plupart des mailles principales possèdent une nervure secondaire abbréviée, qui se perd dans le tissu. Nous voyons entre ces mailles principales et le limbe beaucoup de mailles plus petites et fermées.

La nervation est moins bien conservée dans une autre feuille de Tekamah (fig. 7), mais on ne peut pas la séparer de la précédente. Une troisième a la même forme et nous offre la même nervation que la première.

Ces feuilles possèdent la nervation caractéristique des Diospyros. Le D. anceps du miocène d'Europe et le D. lancifolia de la molasse d'Amérique, rappellent beaucoup cette espèce du Nebraska, mais dans celle-ci les nervures secondaires n'avançent pas aussi fortement en avant.

13. **Cissites insignis m.** — Pl. II. Fig. 3, 4.

C. foliis coriaceis, palmatis, profunde trilobatis, lobis lateralibus valde inæqualibus, lobis apice crenatis.

Tekamah.

J'ai essayé de restaurer (fig. 4) cette feuille bien singulière. Elle était coriace, très probablement palmate, profondément trilobée avec trois nervures principales; les lobes

latéraux sont très inéquilatéraux; la partie inférieure est beaucoup plus large que la partie supérieure; celle-ci est entière, mais l'inférieure possède trois dents, les deux premières beaucoup plus petites, la troisième ayant presque la forme d'un lobe. La nervure médiane, qui parcourt le lobe latéral, s'approche du limbe supérieur; les nervures secondaires sont très-fines et s'anastomosent en arcs longs, naissant à la partie inférieure des rameaux, lesquels aboutissent à l'extrémité des dents.

Ces lobes latéraux sont séparés du lobe médian par des échancrures larges et obtuses. Le lobe médian est atténué à la base, en avant arrondi, obtus et pourvu de quelques dents obtuses. De la nervure médiane montent des nervures secondaires très-fines et espacées, qui s'anastomosent en arcs longs. De ces arcs se détachent des nervures très-délicates, qui aboutissent au limbe et aux dents.

La forme de ce lobe médian et des lobes latéraux n'est pas douteuse, mais la forme de la base de cette feuille que j'ai restaurée dans la fig. 4, est seulement une hypothèse. Il me paraît très-probable, que la feuille était échancrée et un peu cordiforme à la base, d'où partaient trois nervures principales. Mais la feuille pourrait être aussi plus longue à la base.

Il y a plusieurs familles qui possèdent des feuilles semblables; mais je n'en ai trouvé aucune qui ait plus de ressemblance que la famille des Ampélidées. Ce sont surtout les genres Cissus et Vitis (qui sont réunis par Bentham et Hooker) qui rappellent la plante du Nebraska. Le Cissus detergens possède des feuilles coriaces; le lobe du milieu est aussi atténué à la base et denté en avant; les lobes latéraux ont une forme et une dentelure semblables; mais ils sont libres et la feuille est: palmatum, trifoliolatum, tandis que la feuille du Nebraska est: palmatum, trilobatum. Cependant cette forme n'est pas rare chez les Cissus. Nous voyons des feuilles trilobées dans les C. micrantha Poir., C. rugosa Dec., C. vitifolia Boiss. etc.

M. Ettingshausen a comparé quelques feuilles crétacées, qu'on a confondues auparavant avec les feuilles de Credneria, et que M. Bronn a séparées, sous le nom de Chondrophyllum (Ettingshauseni Stiehler), des feuilles de Cissus. Mais la forme et la nervation de notre feuille de Nebraska diffère beaucoup de celles de ces feuilles de Bohême et de Moravie.

14. **Magnolia alternans m.** — Pl. III. Fig. 2, 3, 4. Pl. IV. Fig. 1, 2.

M. foliis coriaceis, petiolatis, ellipticis, integerrimis, basi in petiolum attenuatis, nervis secundariis angulo acuto egredientibus, valde curvatis, comptodromis, alternis tenuioribus.

Tekamah et Big Sioux.

Cette feuille n'est pas rare à Nebraska. La collection de Capellini en contient trois échantillons de Tekamah (pl. III. fig. 2, 3. 4) et deux de Big Sioux (pl. IV. fig. 1, 2).

Le pétiole est long et mince; la feuille a son plus grand diamètre au milieu, et est atténuée vers les deux extrémités. La nervure médiane est forte; les nervures secondaires montent à angle aigu, et forment de grands arcs. Les inférieures sont presque basales, et s'élèvent presque parallèlement au limbe. Une nervure secondaire plus fine parcourt chaque maille, et se perd vers le limbe. Il y a donc alternance entre des nervures secondaires plus fortes et plus larges, et d'autres qui sont plus délicates et plus courtes. Mais celles-ci ne se trouvent pas dans toutes les mailles.

Les feuilles paraissent être coriaces et lisses. Elles rappellent les feuilles de Magnolia primigenia Unger (cf. Sylloge plantarum pl. XI. fig. 5 et 6) de Radoboj.

La feuille qui est dessinée pl. III. fig. 2 a des nervures secondaires, qui se courbent moins en avant. C'est la même chose dans la feuille pl. IV. fig. 2, qui vient de Blackbird Hill. Cette feuille a aussi un tissu plus prononcé. Peut-être que ces deux feuilles appartiennent à une espèce différente; mais je n'ose pas les séparer pour le moment.

15. **Magnolia Capellinii m.** — Pl. III. Fig. 5, 6.

M. foliis coriaceis, late ovalibus, integerrimis, nervis secundariis angulo acuto egredientibus, curvatis camptodromis.

Tekamah.

Une feuille grande et belle; le sommet en est arrondi, la base atténuée, mais obtuse, non acuminée (fig. 5). La nervure médiane est forte, les nervures secondaires délicates, courbées en avant, les arcs larges se rapprochant du bord. On ne voit pas d'autres nervures dans les mailles.

Elle diffère de l'espèce précédente par le sommet plus arrondi, la base non acuminée, et le manque de nervures secondaires plus fines et plus courtes.

16. **Liriodendron Meekii m.** — Pl. IV. Fig. 3, 4.

M. Hayden a découvert ces feuilles à Big Sioux, et il m'en a communiqué les dessins. J'ajoute cette espèce remarquable pour compléter cette petite flore du Nebraska. J'ai donné une description de cette espèce dans les «Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia», Dec. 1858, pag. 265. M. le docteur Newberry a publié une forme un peu différente du Nebraska; le lobe du milieu est à peine atténué à la base

et les lobes latéraux sont plus courts (cf. Proceedings Acad. Nat. Sc. Philadelphia. Dec. 1858). On peut distinguer cette espèce de la plante miocène (L. Procacinii Ung.) par la forme des lobes, qui sont arrondis.

17. **Phyllites Vanonæ m.** — Pl. I. Fig. 8.

Une feuille ovale, délicate, entière, penninerve, à la base un peu atténuée vers le pétiole. La nervure médiane délicate, les nervures secondaires très fines et éparses, disparaissant vers les limbes.

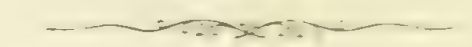




Fig. 1. Populus Debeyana. 2. Populus litigiosa. 3. Salix nervillosa. 4. Platanus Newberryana. 5. Andromeda Parlatorii. 6. 7. Diospyros primaeva. 8. Phyllites Vanonae.

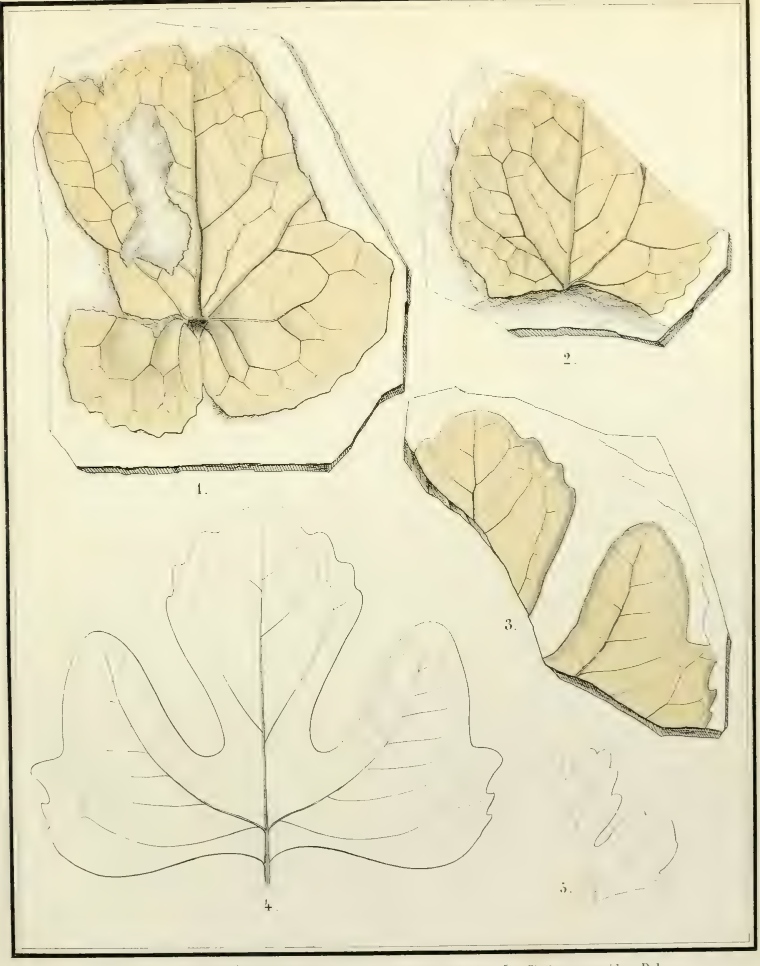
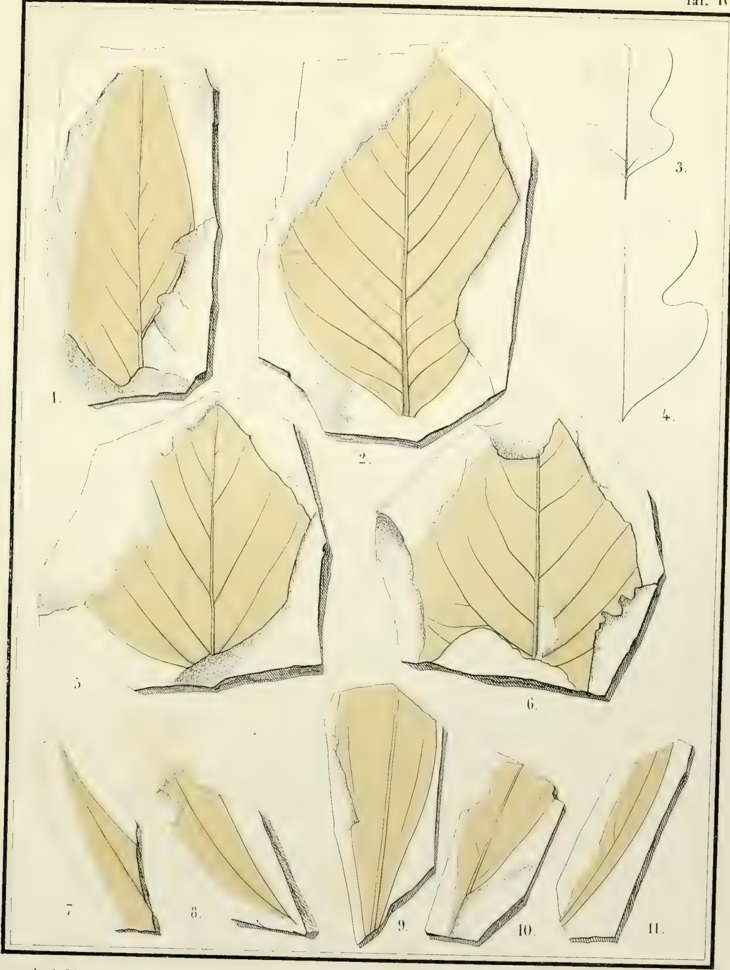


Fig. 1. 2. Aristolochites dentata. 3. 4. Cissites insignis. 5. Cissites aceroides Deb



Fig. 1. Ficus primordialis. 2. 3. 4. Magnolia alternans. 5. 6. Magnolia Capellinii



1. 2. Magnolia alternans. 3. 4. Liriodendron Meekii. 5. 6. Betulites denticulata. 7. 8. Proteoides acuta.
9. 10. Proteoides daphnogenoides. 11. Proteoides grevilliaeformis.

Lith. Anstalt v. Wurster Randegger & Co. in Winterthur

Versuch

einer

natürlichen Geschichte des Rindes,

in seinen

Beziehungen zu den Wiederkauern im Allgemeinen.

Erste Abtheilung.

Von

Prof. **L. Rütimeyer.**

Einleitung.

Unter den dem Menschen nahe stehenden Säugethieren hat keines in dessen Verhältnisse und Geschichte so tief eingegriffen, wie das Rind, das wohl in dem ganzen gemässigten und warmen Theil der Alten Welt seine erste Ernährerin gewesen ist. Diese öconomische Bedeutung einerseits, andrerseits die ansehnliche Grösse und Mächtigkeit aller Formen, welche dieser Wiederkauergruppe angehören, erklaren es genugsam, dass man ihrer naturhistorischen Kenntniss seit Langem viele Sorgfalt zugewendet hat. Nach den ältern Arbeiten von Buffon, Pallas, Erxleben, Donndorf, Pennant, Illiger u. A.*) erhielt dieselbe ihren ersten vorläufigen Abschluss in der für ihre Zeit erschöpfend zu nennenden und vortrefflichen Monographie, welche Cuvier diesem Geschlechte in dem IV. Band der Ossemens fossiles (Edit. II. 1823) gewidmet hat.

Seitdem ist indess sowohl die Kenntniss fossiler Ueberreste von Rindern, als diejenige der lebenden Formen Asiens und Africa's, über welche Cuvier nur noch sehr vereinzelte Angaben zu Gebote standen, um Vieles angewachsen. Ebenso wurden erst in neuerer Zeit der Untersuchung der Racen und Schläge der gezähmten Arten einlässlichere Bearbeitungen gewidmet**).

*) Da die Mittheilung der weitläufigen Litteratur besser auf die specielle Behandlung der Genera und Species verspart wird, so begnüge ich mich hier, auf folgende sehr vollständige Sammlungen der Quellen für die Kenntniss des Genus Bos hinzuweisen: Für die ältere Litteratur in Donndorf's zoolog. Beiträgen zur XIII. Ausgabe des Linné'schen Natursystems, Leipzig 1792, und in Fischer's Synops. Mammalium, Stuttgart 1829. Für die neuere Litteratur in Gray's Catalogue of Mammalia in the British Museum. Part III. Ungulata Furcipeda. London 1852.

**) Auch für diese und die weitläufige sich daran schliessende öconomische Litteratur begnüge ich mich mit der Hinweisung auf folgende Hauptwerke:

A. Wagner, Naturgeschichte des Rindes, Erlangen 1837.

Hering, das Rindvieh, nach dem Englischen von Youatt, Stuttgart 1838.

David Low, Histoire naturelle agricole des animaux domestiques de l'Europe, Paris 1846.

A. v. Weckherlin, landwirthschaftliche Thierproduction. 2 Th. Stuttgart 1851.

H. W. v. Pabst, Anleitung zur Rindviehzucht, Stuttgart 1851.

doch hoffen, dass die vielen und grossen Lücken des vorliegenden Versuches von Denjenigen leichter ausgefüllt werden möchten, welchen die grossen Sammlungen zur Verfügung stehen, und dass das hier gegebene Unvollständige als Beitrag zu der Lösung der Gesammtaufgabe, deren Interesse wohl nirgends geläugnet wird, die so nöthige Nachsicht des Urtheils finden werde.

Es mag hier am Platze sein, über die Methode sofort einige Worte zu sagen, welche die gegenwärtige Untersuchung leitete. Nirgends wohl drängt sich der grosse Fortschritt, den das Urtheil des Zoologen seit der Begründung der heutigen Principien der Untersuchung und der noch gültigen Formulirung ihrer Ergebnisse durch Cuvier gemacht hat, lebhafter auf, als bei derartigen monographischen Arbeiten. Es darf der Zoologe nicht mehr stehen bleiben bei der Darstellung der scheinbar definitiven Form eines zoologischen Typus und seinen bisher Species genannten Modificationen. Stillschweigend oder laut wird anerkannt, dass alle lebenden Formen nicht starre Gebilde sind, sondern lebendige, mit andern Worten, dass sie entstehen und vergehen, d. h. in einer fortwährenden Bewegung begriffen, welche nur durch den Tod oder selbst schon bis zu einem gewissen Grad durch die Stufe des erwachsenen Alters, vielleicht zumeist durch die Geschlechtsreife der einzelnen Individuen unterbrochen oder mindestens in engere Schranken gebunden wird; und zwar nicht nur bei der niedrigern Thierwelt, wo wir so allgemein der geschlechtsreifen Form eine lange Reihe vorbereitender Zustände vorausgehen sehen, sondern auch bei den höchsten Organismen. Bewegt sich auch bei Säugethieren der Formenwechsel innerhalb engerer Grenzen und scheint früher stille zu stehen als bei jenen, so mehrt sich ja von Jahr zu Jahr die Kenntniss von Fällen, welche, noch innerhalb des Wirbelthiers, an Fischen und Amphibien die Breite und Dauer der normalen Metamorphose wenig hinter derjenigen niederer Thiere zurückstehen lassen, welche so lange Zeit fast als einzige Beispiele solcher Wandelungen galten.

Allein wenn auch die vielfältigen Belege eines solchen Wachsens und Werdens der individuellen Form von Niemand mehr übersehen werden, so frägt es sich, ob denn diese wirklich das letzte Resultat sei, zu welchem diese bildende Thätigkeit gelangt; mit andern Worten, ob der Entwicklungsgang, den das Individuum durchgeht, mit dessen Tode ein Ende finde. Dass dies materiell der Fall ist, versteht sich von selbst, da ja jene Thätigkeit nur am lebenden Stoff arbeitet, allein man beginnt seit einiger Zeit, sich zu fragen, ob jene Thätigkeit das Individuum beherrscht oder ihm unterthan sei, ob die Form an das materielle Substrat gebunden, oder über dasselbe erhaben sei.

Eine einfache Beobachtung lehrte schon lang, dass die letztere Betrachtung der

Wirklichkeit näher kömmt als die erstere, wenn sie dies auch wohl nicht vollständig ausspricht; wie würde sonst eine Form von so constanten Zügen, dass wir sie mit Namen bezeichnen, die seit Jahrhunderten brauchbar geblieben sind, durch tausende von Individuen, die nicht immer in denselben Verhältnissen leben, immer neu erzeugt und wiederholt werden? Noch eindringlicher musste diese Unabhängigkeit der Form von dem sie momentan verwirklichenden Individuum sich uns aufdrängen von der Periode an, als nachgewiesen wurde, dass in frühern Epochen andere Formen vorwalteten, welche indess zu den heutigen in einem solchen Verhältniss stehen, dass eine organische Entwicklung der spätern aus den frühern nicht von vorn herein in Abrede gestellt werden konnte. Denn wurde auch eine Zeit lang eine solche Descendenz abgewiesen durch die Annahme vollkommener Scheidewände zwischen zwei derartigen Epochen, so hielt diese Betrachtungsweise, welche nach einem schönen Bilde von Baer's an das Urtheil der Eintagsfliege erinnert, die aus dem kurzen Wechsel ihrer eigenen Erfahrungen Schlüsse zieht auch auf die von ihrem Dasein unabhängigen Dinge, nicht lange vor. Und merkwürdiger Weise finden wir die Theorie, dass die heutigen Formen nur Glieder einer grössern Reihe seien, welche weit über die Anfänge der heutigen Organismen zurückreiche, gerade von derjenigen Seite vertreten, welche am energischsten für eine vollkommene Trennung des organischen Besitzthums successiver Erdepochen einstand.

Musste auch bei solcher Vereinigung zweier nach den heutigen Erfahrungen incommensurabler Ansichten, die über Zeitalter verschiedener Geschöpfe ideell schwebende und einer langsamen aber stetigen Entwicklung folgende organische Form als ein Wunder erscheinen, so war nichtsdestoweniger mit der Annahme »memorativer, synthetischer und prophetischer Typen« ein grosser Schritt zur Auffassung der höhern Bedeutung der ephemeren individuellen Träger jener Form gegeben, und ich denke, dass es heutzutage nur wenige Naturforscher mehr giebt, welche einen solchen höhern Entwicklungskreis läugnen.

Die Frage über die Bedeutung jener materiellen Glieder der Entwicklung ist damit wesentlich auf einen andern Boden verschoben; es fragt sich nur noch, ob ein solcher vom Lebensalter im Sinne der Eintagsfliege oder auch der menschlichen Erfahrung unabhängige Fortschritt der organischen Welt nur ein ideeller sei, von Gesetzen abhängig, die nur durch geistige Abstraction des Menschen formulirt werden können, oder ob er ein materieller sei; ob transcendent, ob immanent.

Solche Fragen können Untersuchungen wie die vorliegende nicht ferne bleiben, allein sie dürfen nicht auf sie einfliessen, wenn diese unbefangen bleiben sollen. Dies hindert indessen nicht, dass die »Methode« der Untersuchung dadurch beeinflusst wird. Fragen

stellen ist die Aufgabe des Naturforschers, und in der Art, wie er sie stellt, ist Freiheit ein unveräusserliches Recht; allein ebenso ist es nicht nur sein Interesse, sondern moralische Pflicht, die Antworten heilig zu halten; er steht nicht vor dem Delphischen Dreistuhl, sondern vor der Natur!

Die Aufgaben einer methodischen Untersuchung irgend einer unter sich verwandten Formengruppe in dem Umfange, den wir seit Langem mit einem sehr bedeutsamen Namen »Genus« zu nennen pflegen, ohne an das Präjudiz der »Schule« zu denken, das dieser Name implicirt, stellen sich nicht nur nach obiger Auffassung, sondern auch für den beschreibenden Zoologen, sobald er vollständig seine Aufgabe auffasst, folgender Weise dar.

Da sich fast jeder solche Typus erfahrungsgemäss in mehreren repräsentativen Formen (Species) darstellt, so wird zum mindesten der volle Umfang der Gestalt in einem Individuum bekannt sein müssen, bevor es gestattet ist, über die Beziehungen zu den andern Repräsentanten Schlüsse zu ziehen; und neben der Darstellung der historischen Metamorphose des Individuums wird die locale Metamorphose aller unter sich ähnlichen Individuen (Genus und Species im etymologischen Sinne des Wortes) einhergehen müssen. Eine solche Untersuchung wird aber nothgedrungen sich von selbst zu erweitern trachten nach der historischen und localen Peripherie des Genus, d. h. nach vorhergehenden und coexistirenden anderen Species desselben Genus, für welche alle sich die obige Aufgabe wiederholt.

Die Desiderate einer solchen naturhistorischen Monographie sind daher zahlreicher und grösser als die üblichen Leistungen einer sogenannten systematischen Beschreibung. Sie umfassen nämlich: Formenwechsel des Individuums von Jugend bis Alter und zwar nicht nur im männlichen und weiblichen Thier, sondern auch die allfälligen Abweichungen bei ähnlichen Thieren verschiedenen Wohnorts; Formenwechsel in ähnlichem Umfang, bei jeder verwandten Species derselben Gruppe, gehöre dieselbe der gleichen oder einer andern historischen Epoche an; Parallelisirung der analogen Entwicklungsstadien, sowie der Entwicklungsbahn der verschiedenen Arten. Erst hieraus wird sich das Hauptziel einer Naturgeschichte ergeben können, nämlich die Lösung der Frage, ob die verschiedenen Entwicklungsbahnen in organischer Beziehung unter sich stehen oder nicht, mit andern Worten, die Kenntniss der Grenzen und der Selbstständigkeit der empirisch erkannten »Species und Genera.«

Dass die Kräfte des Einzelnen hinter einer solchen Aufgabe weit zurückstehen, wird Jedermann so billig sein, einzugestehen. Wir sind nur erst im Stande, die Vorarbeiten zu solchen Untersuchungen zu entwerfen; auch ist deshalb diejenige unter allen mir be-

kannten Arbeiten auf zoologischem Gebiet, welche dieser Aufgabe am nächsten gekommen ist, mit grossem Vorbedacht mit dem Titel »Vorstudien« bezeichnet worden.

Meine Arbeit verdient nicht einmal diesen Namen, da ich ausser Stande bin, auch nur das eine älteste und verbreitetste aller Hausthiere in einer seiner Formen so vollständig zu schildern, wie es Nathusius in seiner Musterarbeit für das Schwein gethan hat. Wenn ich dennoch es unternehme, Beiträge für eine ähnliche Bearbeitung des Rindes zu liefern, so geschieht es in voller Kenntniss, dass ich nur Bruchstücke zu liefern im Stande bin.

Schon diese verlangten indess bei der grossen Peripherie des Umfangs der Aufgabe, die Mittheilung vielen Détails, der manchem Leser unbequem scheinen mag. Es hat mich dies veranlasst, eine kurze Uebersicht des Ganges der Untersuchung und ihrer Resultate vorläufig mitzutheilen unter dem Titel: Beiträge zu einer paläontologischen Geschichte der Wiederkauer, zunächst an Linné's Genus Bos. Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. IV. Theil. 2. Heft. 1865.

Das Linné'sche Genus Bos

in seinen Beziehungen zu den Wiederkauern im Allgemeinen.

I. Bau des Schädels.

Auf jedem Gebiet der Zoologie bietet die Untersuchung der Art, wie unsere jeweiligen Kenntnisse allmählig entstanden sind, trotz der Missachtung, welcher solche Prüfungen oft begegnen, ein doppeltes Interesse. Erstlich ein historisches, insoferne wir dabei gewahr werden, wie mit dem Zuwachs bekannter Thatsachen die Schwierigkeit der Analyse Schritt hält; allein häufig auch ein viel directeres, indem der Blick dadurch von den oft ausserordentlich gezwungenen und künstlichen Methoden, zu welchen der gehäufte Stoff nöthigte, ab- und den durch ihre Einfachheit oft weit richtigern Anschauungen zugelenkt wird, mit welchen das Auge unserer Vorgänger das kleinere Gebiet übersah.

Auch die systematische Geschichte des Genus Bos ist voll solcher Lehren. Durchgehends finden wir seit dem ersten grossen Systematiker und Vorgänger Linné's, seit Ray, die Wiederkauer in zwei grosse Abtheilungen getheilt, in Hohlhörner und Geweihträger. Die erstern enthalten das Genus bovinum, ovinum und caprinum, von welchen letzteren zuerst Erxleben und Pallas, 1777, die Antilopen abscheiden; den Geweihträgern wird von den ältern Autoren meist auch die Giraffe und oft auch das Moschusthier beigefügt, während das hornlose und mit obern Schneidezähnen versehene Kameel eine besondere Gruppe bildet.

Beschränken wir uns hier auf die Cavicornia (Kénocères Duvernoy), so finden wir von Ray an die glatte Oberfläche der Hörner, dann ihre Seitwärts-Richtung und halbmondförmige Biegung (Linné 1735, Brisson 1756 Erxleben 1777), als Hauptmerkmal des Genus bovinum betont. Doch fügt schon Linné in seinen spätern Ausgaben dazu die Gleichartigkeit der Schneidezähne und Latreille 1825 die zellige Structur der

Hornzapfen, während Cuvier 1798 auch die allgemeine plumpe und kräftige Statur und die Wamme des Halses als Charakter geltend macht. Den Weichtheilen wird dann besonders durch Illiger 1811 noch mehr Gewicht beigelegt, indem er auch die Form der Schnauze, des Schwanzes, die Zahl der Zitzen und die Anwesenheit oder das Fehlen von Thränendrüsen in die Diagnose aufnimmt.

Die ältern Autoren erblicken somit die hauptsächlichsten Merkmale des Rindes in der halbmondförmigen Seitwärts-Krümmung der Hörner, in deren glatter Oberfläche (wenigstens gegen die Spitze hin), in dem breiten Flotzmaul, dem mässig langen und mit einer Endquaste versehenen Schwanz, in der Anwesenheit einer Wamme, dem Fehlen von Thränengruben, in dem Besitze von 4 Zitzen und der zelligen Structur der Hornzapfen.

Capra und Ovis unterscheiden sich davon durch kantige und knotige Hörner von anderer Richtung, behaarte Oberlippe, kurzen Schwanz und 2 Zitzen; Antilope durch geringelte und aufwärts gerichtete Hörner mit solidem Kern, häufige Thränengruben und oft kurzen Schwanz. Beiden Gruppen schreibt Linné überdies unter sich ungleiche Incisiven zu.

Diese Merkmale bilden auch den hauptsächlichen Inhalt der Diagnosen des Rindes bis in die neuesten Handbücher, wenn auch ihr Werth von verschiedenen Autoren sehr verschieden taxirt wird. Nur nach zwei Richtungen gewahren wir allerdings, wenn wir von blossen Compilationen absehen, bei neuern selbstständig arbeitenden Autoren eine Abweichung von den frühern Ansichten.

Einmal sind es vornehmlich Ogilby 1836, 1840 a. a. O. und Sundewall 1840, s. oben, welche den Werth der dem Skelet entnommenen Merkmale bestreiten und wesentlich auf die Charakteren gewisser Weichtheile Gewicht legen, wie der Oberlippe, der Thränen-, Zehen- und Ohrdrüsen und der Form der Klauen, während auf anderer Seite gerade der Bau des Skeletes und des Gebisses als Grundlage der zoologischen Unterscheidung und Systematik hingestellt wird. Diese letztere Richtung ist vertreten durch den Reformator der Zoologie und den Begründer der Paläontologie, durch Cuvier; mit ihm ist auch die Litteraturgeschichte des Genus Bos in ein neues Stadium getreten, wenn ihr auch innerhalb des Gebiets der lebenden Vertreter desselben seit Cuvier keine etwas umfassenderen Arbeiten zugefallen sind als diejenigen von Turner 1848—50 a. a. O.

Ueber den relativen Werth einer zoologischen oder einer anatomischen Diagnostik zu streiten, ist nicht der Ort in einer Abhandlung, die sich die Geschichte des Genus Bos in seinen erloschenen und lebenden Vertretern zum Gegenstand gesetzt hat. Allein auch abgesehen davon, dass ja für alle Zwecke, an welchen die Paläontologie mitwirken soll, die Beobachtung der festen Körpertheile alleinige Grundlage der Untersuchung sein

kann, hat wohl seit Cuvier die Ueberzeugung nicht an Boden verloren, dass sowohl Skelet als Gebiss an Säugethieren auch für rein zoologische Zwecke nicht zu den leichtwägenden Hülfsmitteln gehören.

Das dem Rind gewidmete Capitel der Ossemens fossiles (Vol. IV.), bildet daher nicht nur für die gegenwärtige Arbeit, sondern sicherlich noch für eine lange Periode nicht nur den wichtigsten, sondern man darf sagen, den alleinigen Ausgangspunkt für alle Arbeiten, welche dem Genus Bos in seiner Gesammtheit gewidmet sind.

Cuvier ist nicht geneigt, den von allen ältern Autoren so hoch taxirten Merkmalen der Hörner viel Gewicht zu schenken, da diese nach Geschlecht, Alter und Clima mannigfachen Wechseln unterliegen, und wendet sofort seine ganze Aufmerksamkeit auf das Gebiss und den Bau des Schädels. Trotzdem, dass seine Analyse des Wiederkauerzahnes vielfachen Einwendungen ausgesetzt ist, welche ich schon in einer frühern Arbeit*) einlässlich erörtert habe, so ist dieselbe doch als rein empirische Beschreibung dieses Gebisses noch heute an Schärfe der Darstellung kaum übertroffen; nichtsdestoweniger gelang es nicht, hieraus unterscheidende Merkmale für die Rinder zu entnehmen, umsomehr als Cuvier das ihm einzig typisch scheinende Vorkommen hoher accessorischer Säulchen irrthümlich auf die Rinder beschränkt glaubte. Vielmehr scheint nach Cuvier noch das von Linné aus den Schneidezähnen entnommene Merkmal der Rinder seinen Werth zu verlieren.

Um so wichtiger sind die zoologischen Hülfsmittel, welche Cuvier aus der Form des Schädels zieht. Auch hier würde es schwer sein, in kurzen Zügen eine schärfere Darstellung der typischen Merkmale des Rinderschädels zu geben, als dies schon 1804 in der Ménagerie du Muséum national, I. pag. 246 und tome IV., pag. 109, der Ossemens fossiles geschehen ist. Und wenn auch die dortige Beschreibung sich zunächst nur auf das zahme Rind und den Bison bezieht, so hebt sie doch das Merkmal hervor, welches auch die ganze Gruppe zumeist charakterisirt.

Als wichtigstes Merkmal des Schädelbaues der Rinder kann nämlich wirklich die Art der Stirnbildung gelten: die breite, platte Stirnfläche, welche bis zu dem Occipitalkamm reicht, und daselbst sich mehr oder weniger winklig von der Hinterhauptfläche abbiegt, so dass die ganze Parietal- und Occipitalzone, welche sehr früh mit einander verschmelzen, unterhalb und hinter die Occipitalkante zu liegen kommen.

*) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde und zu einer vergleichenden Odontographie der Hufthiere im Allgemeinen. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. III. 4. 1863.

Weniger wichtig sind die übrigen diagnostischen Merkmale, welche Cuvier am Rinderschädel hervorhebt, wie die Abwesenheit von Thränengruben und von Knochenlücken in der Umgebung des Thränenbeins, die Form und Lage des Foramen sphenopalatinum, des Paukenknochens, etc.

Die sorgfältigen osteologischen Untersuchungen von Turner (a. o. a. O. 1848—1850) leisten wesentlicheren Nutzen für die Charakterisirung der ganzen Gruppe der Wiederkauer im Allgemeinen und für deren Unterscheidung von den Pachydermen, als für die weitere Eintheilung der Cavicornia; für diese sieht sich vielmehr Turner genöthigt, theils die Form der Hörner zu Hülfe zu ziehen, theils kleine Eigenthümlichkeiten von offenbar nur geringem Werth, wie die Richtung der Masseterkante, die Grösse der Bullae osseae, die Beschaffenheit der Fläche des Basioccipitale, die Suborbitalgruben; in der diagnostischen Verwerthung des Gebisses begeht er wie viele frühere Autoren den Fehler, den Antilopen die accessorischen Säulen abzusprechen.

Abgesehen von dem Versuche Gray's, auch die relative Länge der Segmente der Extremitäten zur Diagnostik zu verwerthen (a. a. O.), ist es somit nur Cuvier gelungen, den Schädelbau für Charakterisirung der Rinder im Allgemeinen, sowie dann auch für die Unterscheidung der einzelnen Formengruppen derselben nutzbar zu machen.

Offenbar bildet auch das von Cuvier hauptsächlich herausgehobene Merkmal des Schädelbaues nicht nur eine höchst charakteristische Grenze zwischen den Rindern und den meisten übrigen hohlhörnigen Wiederkauern, sondern die speciellen Modificationen desselben Merkmals geben auch die werthvollsten Mittel an die Hand, um Verschiedenheit und Aehnlichkeit der einzelnen Formen des Rindes abzuschätzen.

Die ungewöhnlich grosse Ausdehnung der Stirnbeine auf Kosten der Parietalia würde selbst genügen, um die Bovina von allen übrigen Säugethieren abzuscheiden.

Bei sämmtlichen Säugethieren, die carnivoren Cetaceen allein ausgenommen, wird die horizontale Oberfläche der Gehirnkapsel zu mehr oder weniger gleichen Theilen durch Stirnbein und Scheitelbein gleichzeitig gebildet.

Beide Knochen liegen dabei in gleicher Flucht, doch so, dass fast durchweg in der Jugend, vor Ausbildung der Lambdoidkante, allein dann bei Thieren mit kugligem Hinterkopf selbst bleibend, das Parietale allmälig nach unten in die Occipitalwölbung übergeht, wie etwa bei Menschen und Affen.

Bei gehörnten Wiederkauern findet sich dagegen fast durchgängig eine Knickung zwischen Frontale und Parietale, so dass sich das Scheitelbein hinter dem Abgang der Stirnhörner in mehr oder weniger scharfem Winkel nach hinten senkt, allein ohne den

Lambdoidkamm zu erreichen, da immer noch die Squama Occipitis auf die Schädeloberfläche hinaufragt.

Nur bei Ochsen dehnt sich das Stirnbein so sehr aus, dass es die Kante der Hinterhauptsfläche erreicht und wird dadurch das Scheitelbein auf eine schmale Zone beschränkt, welche schon sehr früh mit dem Occiput spurlos verschmilzt und gewissermassen die Rolle des Occiput übernimmt, indem dann hier das Parietale noch mit einem kleinem Zipfel die Schädeloberfläche erreicht. Doch gehört selbst dieser Zipfel nicht dem Parietale im engern Sinne an, sondern wird durch ein im Fötus ebenfalls aus zwei Hälften gebildetes Interparietale gebildet, das freilich sehr früh mit dem Parietale verwächst. Vor ihm liegt dann in der Jugend die kleine Fontanelle.

Nur im Fötalzustande ist auch der Ochsenschädel den übrigen Wiederkauern ähnlich, indem in diesem Alter wirklich das Supraoccipitale die hintere Schädelkante bildet, und das Interparietale, als ein schmales Stück zwischen den die Mittellinie noch nicht erreichenden Parietalia lateralia eingeklemmt, eine quere Knochenbrücke bildet, welche auf der Schädeloberfläche liegt und die sehr grosse hintere Fontanelle nach hinten begrenzt. Die ganze Parietalzone hat somit in diesem Alter eine horizontale Lage. Eine Trennung des Interparietale in zwei Stücke, die bei Schafen und Ziegen noch lange sichtbar ist, ist beim Rind in sehr frühem Zustande nicht mehr bemerkbar. Sehr früh verwachsen nun zunächst das Interparietale und Supraoccipitale, und eine Muskelkante, die erste Spur der spätern Occipitalkante, verläuft in der Substanz der Hinterhauptschuppe, nur wenig hinter ihrer Verbindung mit dem mittlern Scheitelbein. Ein weiterer Schritt besteht dann in der vollständigen Verschmelzung dieses zusammengesetzten Knochens mit den Parietalia lateralia, und von nun an ist zeitlebens die ganze Hinterfläche des Kopfes gebildet aus einer gemeinschaftlichen queren Knochenzone, welche mit dem frühern Interparietaltheil noch die Schädeloberfläche erreicht, mit den seitlichen parietalen Theilen in die Schläfengrube dringt; nur nach unten ist sie fast zeitlebens noch merklich abgegrenzt von einer tiefern Knochenzone, welche besteht aus den in der Mitte zusammengetretenen Exoccipitalia und seitlich durch die Ossa mastoidea, welche den untern Theil der Kante zwischen Hinterhaupt und Schläfe bilden. Das Schläfenbein selbst bleibt von der Hinterhauptfläche ausgeschlossen.

Vor der Geburt haben sich also die Frontalia so weit nach hinten geschoben und die Parietalzone so weit nach hinten gedrängt, wie dies bei keinem andern Wiederkauer, ja bei keinem andern Säugethiere der Fall ist, als bei den Cetaceen, wo indess diese

Knochen mit Einschluss der Maxilla sich so übereinander herschieben, dass schliesslich Frontale und Parietale nur auf ganz schmalen Streifen an der Oberfläche erscheinen.

Während aber die ursprüngliche Occipitalkante zwischen Squama occipitalis und Interparietale dergestalt bei Ochsen schliesslich vollkommen in den Bereich des vertical gestellten Occipitoparietale fällt und somit im erwachsenen Zustande nur eine kaum vorragende Linea aspera quer durch die Hinterhauptsfläche bildet, bleibt sie wirkliche Occipitalkante, d. h. Grenze zwischen Stirn und Hinterhauptsfläche bei allen übrigen Wiederkäuern ohne Ausnahme. Bei Ochsen entsteht dafür sehr früh eine neue Grenzkante zwischen Stirn und Hinterhaupt am Hinterrand des Stirnbeines, der bei den übrigen Wiederkäuern in der Mitte der Schädeloberfläche zurückbleibt.

Allein auch in seitlicher Richtung gewinnt bei Ochsen das Stirnbein eine ihnen hier ausschliesslich zukommende Ausdehnung, indem es die Schlafengrube überdacht in einem Grade, wie dies sonst nirgends der Fall ist.

Auch dieser Charakter kömmt indess nur allmählig zu Stande; auch hier kann man daher sagen, dass der Schädel der übrigen Wiederkauer auf dem Jugendzustand des Ochsen zurückbleibt; im erwachsenen Zustande ist aber diese Ueberdachung der Schläfe beim Ochsen so typisch, dass er nebst der Verdrängung der gesammten Scheitelzone in die Occipitalfläche das auffälligste Merkmal desselben bildet.

Es kann kaum bezweifelt werden, dass diese ungewöhnliche Ausdehnung der Stirnfläche in longitudinaler und in querer Richtung wesentlich mit der Ausbildung und Richtung der knöchernen Hornzapfen zusammenhängt; man könnte daher vermuthen, dass das seit Linné betonte, von Brisson am richtigsten ausgedrückte Merkmal der Rinder, Cornua ad latera conversa, doch schon diese weitgehenden Eigenthümlichkeiten des Schädels voraussetze. Allerdings erreichen die letzteren ihren höchsten Grad da, wo die Hornansätze dem hintern und dem Seitenrand der Stirn am meisten genähert sind. Nichts destoweniger ist nachzuweisen, dass diese Ausdehnung der Stirn nicht an die Anwesenheit von Hörnern gebunden ist; denn weder sehen wir bei gehörnten Schafen und Ziegen die Stirne sich weiter ausdehnen als bei hornlosen, noch fehlt die Ueberdachung von Hinterhaupt und Schläfe durch die Stirn bei schwachgehörnten oder hornlosen Rindern. Der einzige Unterschied, den diese abweichenden Formen darbieten, besteht darin, dass bei ihnen der Stirnrand weniger massiv ist, sondern in Folge bedeutender Reduction der sinus frontales nur dünn und platt bleibt.

Ohne in Abrede zu stellen, dass dieser im zahmen Rind zu seinem grossten Excess gelangte Charakter des Schädelbaues bei verschiedenen Formen des Rindes erheblichen

Gradationen unterworfen ist, so bildet er doch unter allen vom Skelet ableitbaren Merkmalen des Rindes das durchgreifendste und am meisten charakteristische, welches nicht nur für palaeontologische, sondern auch für zoologische Zwecke den Typus des Rindes am besten zu bezeichnen und begrenzen im Stande ist. Allein noch mehr. Wie jeder allgemeinere Typus spezieller Modificationen fähig ist, so werden auch die Gradationen dieses Schädelcharakters am ehesten dazu dienen, die innerhalb dieses Rahmens vorkommenden spezifischen Formen des Fernern zu bezeichnen. Es wird daher die Art der Ausprägung dieser allgemeinen bovinen Conformation des Schädels einen guten Theil der untenfolgenden Diagnostik kleinerer Gruppen ausmachen, so dass wir uns alles nähern Eingehens darauf hier einstweilen enthalten können.

Wohl aber ist am Platz, hier noch den Werth einer Anzahl weniger allgemeiner Merkmale des Schädelbaues zu prüfen, welche bald hier bald da schon gelegentlich der Beachtung empfohlen wurden, oder überhaupt Berücksichtigung zu verdienen scheinen.

Hornzapfen.

Wir haben ihren Ursprung, Richtung, Form und Structur zu berücksichtigen. Die seitliche Richtung der Hörner, welche seit Linné fast in allen Diagnosen der Rinder eine so grosse Rolle spielt, ist im Skelet bedingt durch den **Ursprung der Hornzapfen** im hintern Seitenwinkel des Stirnbeins, wodurch der Hornansatz über den hier ohnehin die Schläfe überwölbenden Stirnrand so hinausragt, dass die Schläfe nur eine tief zwischen Stirndach und Jochbogen versteckte Grube bildet. Der gleiche Umstand übt aber auch einen sehr in's Auge fallenden Einfluss auf die Beschaffenheit des Hinterhauptes, indem der tiefe Schläfeneinschnitt desselben diese Fläche bei den Rindern in sehr charakteristischer Weise in zwei stark von einander abgeschnürte Zonen theilt, eine untere, dem eigentlichen Occiput und dem Parietaltheil angehörend, und überdies noch seitlich ausgedehnt durch das Mastoideum, und eine obere, durch den Hornansatz erweiterte Frontalzone, den sogenannten Stirnwulst.

Auch dieses Merkmal erleidet allerdings noch innerhalb des R i n d e s merkliche Modificationen dadurch, dass bei dem Bison und beim Büffel der Hornansatz nicht an der hinteren Grenze des Stirnbeines erfolgt, sondern zwischen dieser und der Augenhöhle; doch rückt er auch hier nicht so weit nach vorn, dass nicht die Occipitalfläche noch die gedachten Folgen davon an sich trüge, und immer bleiben die Augenhöhlen doch von dem Hornabgange unbelästigt.

Bei den übrigen Wiederkauern tritt dagegen die Schläfe fast durchweg offen an den Tag und bildet eine oberflächliche Grube, weil die Hornzapfen schon über den Augenhöhlen, also am vordern Ende der Schläfengrube und so entspringen, dass diese dadurch kaum behelligt oder höchstens in ihrem vordersten Theil etwas beengt wird.

So bei Hirschen, unter welchen beim Rennthiere der Hornansatz am meisten nach hinten gerückt ist, bis in die Mitte zwischen Augenhöhle und Hinterhaupt; allein ohne dass die Schläfe irgendwie dadurch leidet.

Bei Schafen und Ziegen gewinnt der Hornansatz oft so an Umfang, dass er auf der ohnehin im Stirnbein oft stark geknickten Schädeloberfläche bis an den scheinbaren Occipitalrand reichen kann; allein auch da, wo dies einzutreten scheint, wie bei Mouflons und dem Mähnenschaf, ist leicht ersichtlich, dass dennoch die Schläfengrube dadurch nicht beeinträchtigt wird, selbst nicht, wenn sich, wie bei dem gemeinen Schaf, das Horn gleich abwärts wendet.

Auch bei Antilopen entspringen die Hörner durchweg über oder doch nahe an den Augenhöhlen, und die Schläfe öffnet sich nach oben und nach hinten frei, je nachdem die Parietalfläche horizontal oder nach hinten geneigt ist. Selbst bei Antilope Bubalis und Caama, wo die Hornzapfen vollkommen in der Stirnflucht liegen, bleibt die Schläfe ungestört. Eine Ausnahme bildet nur das Genus Catoblepas, das wir unten besonders besprechen werden.

Mit vollem Rechte darf daher mindestens der Abgang der Hörner vom hintern Seitenwinkel des Stirnbeins und die dadurch verstärckte Ueberdachung der Schläfe durch diesen Knochen mit in die Charakteristik des Rindes aufgenommen werden.

Weniger charakteristisch ist die **Richtung der Hornzapfen;** doch steigen sie bei Rindern — möge auch ihr fernerer Verlauf noch so verschieden sein — niemals von ihrer Wurzel an in die Höhe, wie dies bei übrigen Wiederkauern gewöhnlich ist, sondern sind unter allen Umständen hier seitlich oder schief nach hinten gerichtet.

Ueber das von Latreille (Familles naturelles du Regne animal 1825) angeführte Merkmal, wonach den Antilopen solide, den Ochsen, Schafen und Ziegen zellige Hornzapfen zukommen sollten, haben sorgfältige Untersuchungen, welchen ich nichts beizufügen habe, bereits ungünstig abgeurtheilt.*) Vrolik, der entgegen Numan nachweist,

*) Sandifort, over de Vorming en ontwikkeling der Horens. N. Verh. d. 1. Cl. d. Koninkl. Neederlandsche Instituut. 1828.

Numan Bijdrage tot de Kennis der Horens van het Rundvee. Amsterdam 1847.

Ogilby Monograph of the hollow horned Ruminants. Proc. Zool. Soc. London 1849.

Vrolik over het verschil van de inwendige Gesteldheid der Horenpitten bij Antilopen. Amsterdam 1853.

dass bei allen Hohlhörnern die Hornzapfen von Anfang an Auswüchse des Stirnbeins bilden, und somit in directer Verbindung mit den Stirnhöhlen stehen, zeigt, dass im erwachsenen Zustande, mindestens bei Antilopen, solche Sinus sowohl im Stirnbein als im Hornzapfen bald da sein, bald fehlen können, was allerdings nach der Meinung von H. Schlegel mit der Stellung der Hörner, ob mehr oder weniger weit nach vorn gerückt, in Beziehung stehen mag. Immerhin zeigt schon die grosse Abhängigkeit dieses Merkmals von dem Alter, vielleicht auch von dem Geschlecht der Thiere, dass denselben in einer Diagnose irgend welcher Wiederkauergruppe keine Wirkung eingeräumt werden darf.

Thränenbein.

Seit alter Zeit ist das Thränenbein in verschiedener Beziehung bei Schädelstudien an Säugethieren berathen worden. Hatte Illiger (Prodromus systematis Mammalium 1811) zwar nur indirect auf seine Bedeutung als Träger der sogenannten Thränengruben vieler Wiederkauer aufmerksam gemacht, so musste auch in neuester Zeit der Nachweis von Nathusius, dass am Schwein das Thränenbein zu den diagnostisch wichtigsten Schädeltheilen gehört (Vorstudien zur Geschichte der Hausthiere 1864), die Aufmerksamkeit auf diesen Knochen leiten.

Am Wiederkauer verdient nicht nur seine Form und Ausdehnung, sondern auch seine Oberfläche, — ob durch Thränengruben beeinflusst oder nicht, — seine oft von Knochenlücken eingenommene Umgebung, die Bildung des Thränencanals berücksichtigt zu werden.

Die **Ausdehnung** des Thränenbeines bietet bei Wiederkauern im Allgemeinen einige höchst auffällige Verschiedenheiten dar, welche eine osteologische Systematik leicht übersehen kann.

Bei Kameelen nimmt das Thränenbein sowohl in der Gesichtsfläche als in der Augenhöhle, wo es sich nicht auf den Alveolartheil ausdehnt, und auch das Gaumenbein nicht erreicht, einen äusserst kleinen Raum ein. Nicht minder typisch ist sein Verhalten bei Tragulina, wo es in Folge der starken Verlängerung des Stirnbeines nicht das Nasenbein erreicht und auch innerlich auf den Vorderrand der Augenhöhle beschränkt bleibt.

Auch bei Hirschen, und in etwas geringerem Grade bei Moschus, bleibt das Thränenbein vom Nasenbein getrennt, allein nicht durch das Stirnbein, sondern durch eine grosse Knochenlücke, in welcher das Siebbein zu Tage kommt, eine Lücke, die übrigens auch bei jungen Cavicornia, namentlich bei Ziegen, sichtbar ist. In der Orbita bedeckt es den grössten Theil der Oberfläche des Tuber alveolare.

Bei Cavicornia tritt es auf der Gesichtsfläche allgemein in grossem Umfang zum Vorschein und berührt Stirn- und Nasenbein, wie Jochbein und Oberkiefer. Nur bei Ziegen bleibt zeitlebens eine Spalte zwischen Nasen- und Thränenbein offen.

Seine Form scheint hier höchstens kleinere Gruppen oder einzelne Arten zu charakterisiren, indem es unter den Antilopen bald eine lange und schmale Zone von gleich bleibender Höhe bildet, wie bei Ziegen, (A. rupicapra, Canna, Kudu, scripta, Beisa, crispa, picta, Kob, dorcas etc.) oder sich dabei wie bei Hirschen nach vorn allmälig ausspitzt, (A. picticauda, arundinacea, ellypsiprymnus, leucoryx, leucophaea, Goral, furcifer, Caama, senegalensis, capreolus etc.) bald kurz und hoch ist (Saiga, mergens, melanotis, Tragulus, quadricornis, saltatrix natalensis etc.).

Immerhin zeigt das Thränenbein der Bovina unter allen Wiederkauern die grösste faciale Ausdehnung, und daher auch fast gänzliche Abwesenheit umgebender Lücken; seine Form ist insofern eigenthümlich, als mit Ausnahme der Bubalina, wo der zackige Vorderrand eine lange Spitze zwischen Oberkiefer und Nasenbein einschiebt, die Höhe des Knochens im Augenhöhlenrand am geringsten ist, während es sich in seinem vordern Theil unter winkliger Biegung nach dem Nasenbein hin stark erweitert.

In Bezug auf die **Knochenlücken** in der Umgebung des Thränenbeins kann nur die grosse Ausdehnung derselben bei Hirschen (nebst Moschus s. str.) sowie das Fehlen solcher bei Kameel (jedoch nicht bei Auchenia) und Tragulus als bezeichnend für ganze Gruppen angesehen werden. Den Schafen fehlen sie ebenfalls fast gänzlich (mit Ausnahme von Tragelaphus). Eine Längsspalte am obern Rand zeigen die Ziegen und manche Antilopen (Oreas, scripta, leucoryx, Kolus, Kob, arundinacea, picticauda etc.), während andere Antilopen hierin sich wie die Hirsche verhalten (furcifer, Tragulus, saltatrix, dorcas), und die Mehrzahl solcher Lücken entbehrt (Caama, picta, rupicapra, crispa, Beisa, Kudu, senegalensis, Gnu, Goral, Thar, leucophaea, natalensis, Acronotus, Caama). Bei Bovina ist das Vorkommen von Lücken nur Jugendmerkmal. Eigenthümlich sind dafür hier die starken Incisuren des Augenhohlenrandes über dem Thränenbein, die sonst nur bei wenigen Antilopen (Oreas, Bubalis, Gnu) und in weit stärkerer Ausbildung bei Kameelen vorkommen.

Thränengruben. Erwägt man, wie ausserordentlich dieses in seiner Funktion kaum bekannte Gebilde variirt, von nackten Drüsenstreifen oder nackten Hautstellen bis zu tiefen, selbst geschlossenen Drüsensäcken, so ist man nicht sehr geneigt, ihm für die Systematik erhebliche Bedeutung einzuräumen; auch sind ja diese Gebilde oft so versteckt.

dass sie am trockenen Balg nicht mehr erkennbar sind, wesshalb auch die Angaben über ihre Anwesenheit oder ihr Fehlen bei verschiedenen Autoren oft ganz verschieden lauten.

Noch weniger scheinen daher die Impressionen, welche diese Drüsensäcke am Schädel zurücklassen, Gewicht zu verdienen, da ja z. B. Strepsiceros, das Thränengruben besitzt, am Schädel keine Spur von solchen erkennen lässt, während Cephalophus mit äusserst tiefen Knochengruben äusserlich nur einen nackten Streif darbietet.

Nichtsdestoweniger spricht ein Ueberblick über das Vorkommen und Fehlen dieser Organe bei verschiedenen Antilopen in hohem Maasse für die Ansicht Ogilby's und Sundewall's, dass dieselben mit der Lebensweise dieser Thiere in enger Beziehung stehen. Unter der Gruppe von Gray's Feldantilopen mit nackten Nasenlöchern sind Thränenbälge eine fast allgemeine Erscheinung; bei den Untergenera Gazella, Cephalophus und Antilope fehlen sie nirgends; eine Ausnahme scheinen nur die Hirsch-Antilopen*) mit langem Quastenschwanz, sowie die Gemsen, zu bilden. Auch unter den Wüsten-Antilopen mit beborstetem Nasenloch sind Thränengruben durchweg vorhanden, und auch den Strepsiceren fehlen sie nicht.

Aus der Anwesenheit von Vertiefungen des Thränenbeins lässt sich somit nicht immer auf Thränenbälge schliessen, und ein guter Theil dieses Merkmals geht so für die Osteologie verloren. Um so stärkere Wirkung darf daher wohl die Anwesenheit solcher Gruben haben, da wo sie eintrifft.

Nicht nur werden dadurch die Bovina im allgemeinen (Ovibos ausgeschlossen) von den Antilopen, sondern auch die Schafe (mit Ausnahme von Tragelaphus) von den Ziegen, wenigstens insofern nützlich abgetrennt, als dies Merkmal neben andern wohl mehr Gewicht hat als die Form und Ausdehnung des Thränenbeins.

Thränencanal. Wie dem vorigen Merkmal scheint man auch der Art der Oeffnung des Thränencanals nicht viel Gewicht beilegen zu dürfen, wenn man bedenkt, dass unter den Schweinen derselbe bei Dicotyles gänzlich fehlt, während er sich bei Sus und Babirussa mit doppelter Mündung in die Augenhöhle öffnet.

Doch zeigt sich bei Wiederkauern auch hierin einige Bestimmtheit, indem bei Hirschen der hier doppelte Ausgang durchweg auf dem Orbitalrand selbst, oder sogar nach aussen davon, in der Gesichtsfläche liegt (Tarandus, Alces), innerhalb des Augenhöhlenrandes aber bei Hohlhörnern und Hornlosen. Dass dabei die Stelle der Mündung etwas schwankt, ist

*) Doch schreibt Lichtenstein (Berl. Acad. 1821.) auch Oryx und Addax, und Sundewall (Hornschuch's Archiv II., 1850) auch Adenota kleine Thränengruben zu.

kaum erheblich; auffallend ist indess immer, dass unter Antilopen Oreas und Tragelaphus und wie es scheint auch Dicranoceros die Oeffnung auf der Gesichtsfläche haben, wie schon Cuvier bemerkt hat.*)

Auch die Bovina zeigen hier kleine Unterschiede; in der Regel mündet ihr Thränencanal auf der Innenfläche der Augenhöhle, so namentlich bei den Büffeln, wo eine tiefe trichterförmige Grube innen am Orbitalrand liegt. Bei allen übrigen Ochsen findet man dagegen meistens 2 bis 3 Oeffnungen, wovon die eine auf der Innenseite, die andere auf dem Rand selbst liegt. Individuelle Abweichungen sind indess nicht selten.

Oeffnung der Choanen.

Turner hat mit Recht aufmerksam gemacht,**) dass die Wiederkauer sich von den Pachydermen unterscheiden durch den Besitz einer Fossa sphenomaxillaris, welche, innenliegend zwischen dem Processus alveolaris des Oberkiefers und der Choanenöffnung, den Eingang enthält zu 3 Canälen, nämlich zum Canalis suborbitalis, zum Canalis palatinus und zum Canalis sphenopalatinus.

Die Fossa sphenomaxillaris wechselt etwas mit dem Alter, indem sie bei jüngern Thieren in Folge grösserer Ausdehnung der Zahnreihe tiefer ist. Die Seitenwände der Choanen sind stets gebildet durch die Gaumenbeine vorn und die Flügelfortsätze des Keilbeins hinten. Zwischen ihnen bleibt eine Lücke, die durch das Flugelbein selbst ausgefüllt wird, das sich an die Innenseite der vorigen Knochen anlegt und meist mit selbstständiger Spitze über sie nach unten ausragt, als Hamulus pterygoideus internus, verschieden von dem meist kleineren Hamulus externus, der dem Processus pterygoideus des Keilbeins angehört. Doch können beide Knochen unter sich spurlos verwachsen.

Dies ist das Verhalten bei allen mir bekannten Wiederkauern. Verschieden gestaltet sich dagegen die Ausdehnung und Form, sowie die Zusammensetzung der Choanen selbst, und zwar innerhalb einer und derselben natürlichen Gruppe, so dass sofort der Werth eines solchen Merkmals auf kleinere Abtheilungen beschränkt wird.

So sehen wir unter Hirschen, z. B. bei Elaphus, Capreolus, Alces die Choanenöffnung so ziemlich die hintere Grenze der Zahnreihe erreichen, von der sie nur durch eine seichte Fossa sphenomaxillaris getrennt bleibt, während beim Damhirsch

*) Ossem. foss. IV. 13.

**) Proc. Zool. Soc. of London XVI. 1848.

und dem Rennthier und noch mehr bei Cervus virginianus und mexicanus der knöcherne Gaumen sich über das hintere Ende der Zahnreihe hinaus noch in einen langen Choanentheil verlängert, so dass die Choanenöffnung oft weit hinter die Zahnreihe zurück gerückt ist, wobei der Vomer überdies die Choanenöffnung in zwei Theile spalten kann, wie z. B. beim Rennthier.

Bei Moschusthieren erreicht die Choanenöffnung, welche in Folge des hinten sehr niedrigen Vomers ganz ungetheilt ist, sogar fast die Bullae osseae. Ihr Boden wird dabei gebildet durch die Gaumenbeine, welche bis an die Flügelfortsätze des Keilbeins reichen; die Flügelbeine bilden keine vorspringenden Hacken.

Die Choanenöffnung der Kameele ist gross und dreieckig und liegt beim Lama weit vor der Fossa sphenomaxillaris, in der Mitte der Backenzahnreihe, bei Camelus dagegen an der Grenze der letztern. Hinten erweitert sie sich trichterförmig, indem ihre Wände, sowohl Gaumenbein als Flügelbein und Flügelfortsatz, sehr weit abwärts steigen und überdies zwei frei vorragende Zacken bilden, zwischen welchen eine seichte Pterygoidgrube bleibt. Obschon der Vomer an seinem Ursprung ganz niedrig anhebt, so bildet er doch, sobald er die Spitze des Choaneneinschnittes erreicht, eine vollständige Scheidewand des Nasencanals.

Unter Hohlhörnern waltet im Allgemeinen das Verhalten vor, das wir beim Edelhirsch und Reh beschrieben haben, immerhin mit einzelnen Eigenthümlichkeiten, hauptsächlich in Bezug auf die Ausdehnung und Höhe des knöchernen Vomer's, der bei Ziegen und Antilopen lange Zeit nur sehr niedrig bleibt und erst in der Mitte des knöchernen Gaumens eine vollständige Scheidewand des Nasencanals bildet.

Um so auffallender ist es dann, bei manchen Bubalina nicht nur die gesammte Choanenöffnung ähnlich wie beim Rennthier weit nach hinten verschoben, sondern überdies den Vomer noch weit über die Choanenöffnung hinaustreten zu sehen. So werthvoll also solche Merkmale für einzelne Formen sein können, so wenig dienen sie für Bezeichnung grosserer Gruppen.

Gefäss- und Nervenöffnungen.

Die Confrontirung des Verhaltens dieser Oeffnungen an einer ziemlich grossen Anzahl von Beispielen aus verschiedenen natürlichen Gruppen der Wiederkauer hat mir gezeigt, dass die Systematik solche kleine Merkmale nur in sehr speciellen Fällen benutzen darf. Die Ergebnisse dieser nicht gerade erquicklichen Untersuchung sind folgende:

1. Venose Oeffnungen. Eine ganze Rubrik von Schädelöffnungen dient zur Verbindung der venosen Sinus der Schädelhöhle mit der Vena jugularis interna und externa. Dahin gehört einmal das Foramen lacerum posterius s. jugulare, durch welches die Vena jugularis interna aus dem Sinus transversus cerebri austritt.

Das Verhalten dieser Oeffnung ist äusserst schwankend. So entstehen durch dichtes Anlegen der Bullae osseae an das Keilbein bei dem Schaf, der Ziege, dem Steinbock zwei besondere Oeffnungen, ein For. jugulare und ein For. lacerum anterius, beide eng und spaltförmig. Auch bei den Kameelen sind diese Oeffnungen getrennt und gut umgrenzt; zwischen ihnen liegt hier der Sulcus caroticus. Dagegen fliessen die zwei Oeffnungen zusammen und umgeben die Bullae osseae auf deren Innenseite bei den meisten Hirschen, Antilopen, Rindern. (Bei Schweinen, Pferd, Tapir, nicht aber bei Hyrax tritt sogar das Foramen ovale in diese Verschmelzung ein.) Allein mit dem Alter nehmen überhaupt in der Regel diese Oeffnungen an Umfang zu, so dass nicht selten benachbarte, die in der Jugend getrennt sind, später confluiren.

Weit zahlreicher sind die Verbindungen desselben Sinus transversus mit der Vena jugularis externa; er öffnet sich nämlich nach unten durch das Foramen condyloideum posterius, nach aussen durch das Foramen glenoideum und die Foramina temporalia.

Schon an einer und derselben Species, z. B. am zahmen Rind ist es leicht, sich von der Unbeständigkeit aller dieser Venenöffnungen bei verschiedenen Individuen zu überzeugen. So bildet das For. glenoideum eine oder zwei voneinander getrennte grosse Oeffnungen, theilweise dadurch überbrückt, dass sich die hintere Lehne der Fossa glenoidea an das Felsenbein anlegt; unter dieser Brücke steht dann das For. glenoideum nach innen mit der offenen Fissura Glaseri in Verbindung. Sowohl das For. glen. selbst, als die nach der Schläfenhöhle dringenden Ausgänge desselben Canals, die Foramina temporalia sind nun von einem zum andern Individuum in verschiedenster Anzahl da. Am meisten wechselt das For. glenoideum selbst, das oft enorme Grösse hat, oft nur spaltförmig, oft in 2—3 Löcher getheilt ist. Meistens liegen dabei For. glenoid. und For. temporale anterius unmittelbar über einander, seltener, wie beim Dromedar, bilden sie die Ausgänge eines ziemlich langen Canals. Bei Pachydermen fehlt dieser Canal, Equus ausgenommen, wo sich das For. glenoid. unmittelbar nach oben in die Schläfe öffnet. Einen andern engen und unbeständigen Ausgang sendet ferner dasselbe For. glenoideum unter dem Mastoideum und Exoccipitale durch nach der Hinterwand der Schläfe, so bei Hirschen, manchen Antilopen, Dicotyles.

Nicht weniger wechseln die fernern Ausgänge des Sinus transversus; so das For. condyloid. posterius, das bald klein, bald gross, bald einfach, bald mehrfach ist. Während somit das For. condyloid. anterius oder die Nervenöffnung constant da ist und nur abweicht durch einfachen oder doppelten Ausgang, kann das For. condyl. post. oder das venose Emissarium ganz fehlen (Pachydermen, manche Wiederkauer, wie Ziege, Steinbock, Reh, Cervus virginianus, Dromedar) oder sich nur nach innen und aussen durch eine einfache oder mehrere Oeffnungen entleeren; die innere Oeffnung ist jeweilen constanter als die äussere, welche bei der Mehrzahl der Wiederkauer fehlt.

Auch das Foramen mastoideum ist bald da, bald nicht. Ohne in die Beschreibung der Einzelnheiten von Genera oder Arten, worüber mir eine grosse Zahl von Beobachtungen vorliegt, einzugehen, genügt daher das Ergebniss, dass die venosen Emissarien, als nach Individuum und nach Alter wechselnd, unter keinen Umständen diagnostische Merkmale abgeben können, zumal da die unwichtigeren Emissarien im Alter sehr häufig obliteriren.

2. Arterielle und Nervenöffnungen. Turner hat a. a. O. gezeigt, dass manchen dieser Canäle systematische Bedeutung zukommen kann, indem er nachwies, dass ein Sulcus caroticus den Wiederkauern fehlt (hiebei entging ihm jedoch, dass er beim Kameel vorhanden ist), wie auch der Canalis alisphenoideus, der die Arteria maxillaris interna auf einem Theile ihres Verlaufes aufnimmt.

Auch mir ergab sich, dass diese arteriellen Blutwege, welche mit den Austrittsstellen der Nerven zusammenfallen, wichtigere Anhaltspunkte bieten, als die venosen Oeffnungen. Es gehören dahin besonders zwei Gruppen, die Berücksichtigung verdienen: einmal die an der Schädelbasis und in der Augenhöhle liegenden Wege für die Aeste des Trigeminus und Opticus, und dann die Oeffnungen in der Fossa sphenomaxillaris und am Gaumen. In letzter Linie mögen die an der Schädeloberfläche liegenden Foramina supra- und infra-orbitalia und die Foramina incisiva betrachtet werden.

Es gilt auch für diese Oeffnungen im Allgemeinen die Bemerkung, dass sie mit dem Alter an Grösse wechseln und zwar eher abnehmen, was sogar für das Foramen magnum recht ersichtlich ist.

Als Ausgangspunkt kann füglich das Rind dienen, wo wir folgendes Verhalten finden:

An der Schädelbasis liegt isolirt, von der Ala major eingeschlossen, das Foramen ovale; weiter nach vorn, im Grund der Augenhöhle liegen drei Oeffnungen hintereinander, die nach vorn an relativer Grösse rasch abnehmen: 1. Das For. spheno-orbitale,

gebildet aus Verschmelzung des For. rotundum und der Fissura spheno-orbitalis*). 2. Das For. opticum und endlich das kleine For. orbitale anterius oder For. ethmoideum für Arteria und Nerv. ethmoid. Am Dach der Augenhöhle liegt dann ausserdem noch die innere Oeffnung des Canalis supraorbitalis.

Von dieser normalen Anordnung weichen nun wieder die Kameele ab, nicht nur durch die röhrenförmige Verlängerung der genannten 3 Oeffnungen, namentlich des For. opticum, sondern auch dadurch, dass bei ihnen das For. ovale merklich weiter nach hinten liegt, als bei übrigen Wiederkauern, nur durch eine dünne Brücke vom For. lacerum anterius getrennt, fast wie bei Pachydermen, wo das Foramen ovale in der Regel als selbstständige Oeffnung fehlt und mit dem For. lacerum anterius verschmilzt. Nur Hyrax hat unter letztern ein selbstständiges For. ovale, ein Genus, das ohnehin vielfache Besonderheiten hat; z. B. auch ein mit dem For. rotundum verschmolzenes For. spheno-orbitale wie die Wiederkauer, während sonst bei unpaarigfingerigen Pachydermen diese Oeffnungen getrennt sind. (Auch beim Pferd sind sie wenigstens in der Jugend verschmolzen.)

Ausserdem finde ich indess in diesen Oeffnungen nur Unterschiede der Grösse. Das For. spheno-orbitale ist sehr gross und canalförmig verlängert beim Büffel. Auch bei Bison und Bibos ist es sehr gross, dem For. ovale genähert und in eine tiefe Rinne verlängert, worin For. opticum und ethmoideum liegen; noch grösser ist es beim Rennthier; bei Schafen und Ziegen wird es mit dem Alter hoch und spaltförmig.

Unmittelbar vor dem For. ovale findet sich in vielen Fällen ein Gefässcanal, der quer den Körper des Keilbeins durchsetzt. Bei Pachydermen scheint er zu fehlen; unter Wiederkauern ist er bei Schaf und Ziege sehr inconstant. Bei Hirschen und Antilopen ist er bald da, bald nicht. Unter Rindern ist er ebenso schwankend; Bubalus hat ihn, Anoa nicht. Bei Kameelen ist er vorhanden, bei Tragulus auf den Flügelfortsatz

---

*) Nicht unwichtig ist das Verhalten der Umgebung des For. spheno-orbitale. Es bildet die Grenze zwischen Ala major und minor, oder auch zwischen Augenhöhle und Schläfengrube. Diese Grenze beginnt am obern hintern Umfang der Augenhöhle, an der Wurzel des Jochfortsatzes des Stirnbeins und steigt als vorspringende Kante, in welcher Stirnbein und Scheitelbein zusammenstossen, in den Grund der Augenhöhle hinab. Hier legt sich ein Theil der Ala major an und bildet dann speciell die Aussenwand des For. spheno-orbitale. Meistens ragt diese Stelle als stumpfer Höcker in die Augenhöhle vor, merklich beim Kameel, Hirsch, meisten Antilopen, schwach bei Moschus, Ziegen, Schafen. Allein in vielen Fällen wird dieser Höcker, der allerdings schon mit dem Alter regelmässig eher zunimmt, scharf und springt dann als Grenzwand oft weit in das Innere der Augenhöhle vor. So bei Rindern, ausser bei Bisonten und Büffeln, so auch bei einzelnen Antilopen, vor allem bei Acronotus und im Maximum beim Gnu, wo er einen starken Lappen bildet, der die Mitte der Augenhöhle erreicht.

des Keilbeins verschoben. Er scheint allgemein mit dem Alter abzunehmen und oft zu schwinden.

Das Foramen orbitale anterius liegt bei allen Wiederkauern ganz im Bereich des Stirnbeins (bei Lama's auf der Grenze zwischen Stirnbein und Ala major); seine Variationen scheinen nur darin zu bestehen, dass es hier und da einen doppelten Eingang hat (so beim Schaf, unterschiedlich von der Ziege) und verschiedene Weite besitzt (spaltförmig bei Kameelen und manchen Antilopen).

Grössere Abweichung zeigt der Eingang des Canalis supraorbitalis. Obschon individueller, selbst einseitiger Schwankung ausgesetzt, ist er doch meist doppelt beim Schaf und Steinbock, dagegen einfach bei der Ziege, doppelt beim Büffel, einfach bei den übrigen Rindern, selbst bei Anoa, bei Bibos dabei in die Quere gezogen. Ebenso doppelt bei Gnu und einfach bei den meisten andern Antilopen. Bei Hirschen ist die Oeffnung oft vieltheilig. Beim Kameel ist die äussere Oeffnung sehr eng, nicht zu verwechseln mit zwei fast medianen Emissarien des Sinus frontalis; bei Moschus liegt sie nahe am Aussenrand der Augenhöhle.

Oeffnungen der Fossa sphenomaxillaris und des Gaumenbeins. In der den Wiederkauern eigenthümlich zukommenden Fossa sphenomaxillaris liegen 3 Oeffnungen von sehr verschiedener Gestalt: 1. im Grund der Grube das grosse For. sphenopalatinum, das nach der Nasenhöhle führt, 2. nach aussen von ihm, an dem Alveolartheil des Oberkiefers hart anliegend, der hintere Eingang des Infraorbitalcanals, als Fissura sphenomaxillaris, endlich direct unter der erstgenannten Oeffnung ein For. palatinum superius; zwei fernere Foramina palatina liegen dann in der Fläche des harten Gaumens, das vordere oft in der Nath zwischen Oberkiefer und Gaumenbein.

Auch diese Oeffnungen verhalten sich bei den Kameelen anders als bei übrigen Wiederkauern, indem das For. sphenomaxillare in den vordern Winkel der Augenhöhle hinaufgerückt ist und das For. palatin. anterius weit nach vorn in den Bereich des Oberkiefers, bei Lama's bis vor die Backzahnreihe, verschoben ist.

Bei den Moschusthieren, unter welchen immer das sibirische Moschusthier als den Hirschen weit verwandter ausgeschieden werden muss, sind die Tragulina eigenthümlich dadurch, dass die hier gedachte Fossa durch die Verlängerung der Gaumenbeine nach hinten einen knöchernen Boden erhält; diese Wand ist durch zwei kleine Gaumenlöcher durchbohrt. Das For. sphenomaxillare liegt auffallend weit nach aussen von dem grossen For. sphenopalatinum.

Unter den Hirschen ist das For. sphenopalatinum von ausserordentlicher Grösse

beim Rennthier, ebenso die hier trichterförmige Oeffnung des Infraorbitalcanales; auch bei Alces ist die letztere Oeffnung ungewöhnlich gross, die erstere auch beim Damhirsch und beim Reh.

Bei Antilopen, Rindern, Schafen, Ziegen wechselt Form und Grösse dieser Oeffnungen nicht nur nach Arten (das For. sphenopalatinum ist klein beim Büffel, sehr gross bei Bos und Bison), sondern auch vornehmlich nach dem Alter, indem sie an ältern Schädeln durchweg kleiner sind als an jüngern.

Oberkiefer und Zwischenkiefer.

Als ausgedehntester Knochen des Gesichtes und Träger der Zähne scheint der **Oberkiefer** zur Charakterisirung des facialen Schädeltheils die besten Anhaltspunkte geben zu sollen. Allein da, abgesehen von der allgemeinen Gestalt, die allerdings, der Ausdehnung der Zahnwurzeln und der Form der Nasenhöhlen entsprechend, niedrig und langgestreckt ist bei Hirschen, hoch und kurz bei Rindern, Kameelen u. s. w., die grosse Unregelmässigkeit des Umrisses bei Verfolgung der Modificationen desselben eine äusserst mühsame Beschreibung erfordern würde, so glaube ich darauf verzichten zu sollen.

Leichter ist dies für den **Zwischenkiefer.** Da derselbe bei den Wiederkauern ausser beim Kameel keine Zähne zu tragen hat, so ist seine Form so vielen Schwankungen ausgesetzt, dass man nicht erwarten darf, in ihm nur einigermaassen bezeichnende Merkmale grösserer oder kleinerer Gruppen zu finden, und auch die Verbindungen dieses Knochens sind ja wesentlich abhängig von der Ausdehnung des Oberkiefers und des Nasenbeins.

Allerdings zeigt auch der Zwischenkiefer weit grössere Schwankungen in Form und Verbindung als irgend ein anderer Gesichtsknochen; die Grenzen davon bilden einerseits die Tragulina, wo der Zwischenkiefer nur eine kleine, vertical gestellte Lücke ausfüllt zwischen Nasenbein und Oberkiefer, anderseits die Hirsche (nebst Moschus s. str. und Giraffe) und die Kameele, wo der Zwischenkiefer einen langen horizontalliegenden Knochen bildet, der die Gesichtsfläche um ein sehr bedeutendes verlängert.

Allein ebenso bedeutende Schwankungen finden sich innerhalb der Gruppe der Antilopen; von dem ganz ausnahmsweisen Verhalten bei Saiga, wo die hohen Oberkiefer und die verkümmerten Nasenbeine den Zwischenkiefer von letztern völlig isoliren, bis zu den vielen Fällen, wo der Zwischenkiefer sich weit zwischen Nasenbein und Oberkiefer hinaufschiebt.

Bei den Rindern, Schafen, Ziegen beschränken sich diese Schwankungen auf geringere Grade, indem die Form des Knochens kaum merklich wechselt und nur der Anschluss an das Nasenbein bald eintritt, bald ausbleibt.

Die Foramina incisiva richten sich weniger nach der Grösse des Os incisivum, als nach dessen Function. Sie sind klein in den kleinen Zwischenkiefern von Tragulus und in dem grossen, aber zahntragenden des Kameels; gross dagegen bei den Hohlhörnern und noch grösser bei Hirschen.

Nasenbeine.

Der unverkennbare Einfluss, den die so sehr verschiedene Form der Nasenbeine beim Kameel und bei den Zwergmoschusthieren auf die Physiognomie des Schädels ausübt, scheint diesem Knochen einen wichtigern Antheil an der Erzeugung gewisser Schädeltypen einzuräumen, als manchen bisher besprochenen Theilen. Allein es genügt nur ein Blick auf Alces unter den Hirschen oder eine Vergleichung von Saiga und Caama unter den Antilopen um zu zeigen, dass allerdings die Form der Nasenbeine in engster Beziehung steht mit der speciellen Struktur des Riechorganes, aber dass eben dieses letztere nach Aufenthaltsart und Sitte von Species zu Species einer und derselben Gruppe sehr erheblich wechselt.

Auch in dieser Beziehung stehen die Kameele und die Zwergmoschus einander näher als andern Wiederkauern, indem bei beiden das Nasenbein, wenn auch nicht in gleicher Weise, nach hinten rasch an Breite zunimmt und überdies durch das weit in's Gesicht vordrängende Stirnbein von dem Thränenbein getrennt ist. Bei Hirschen mit Einschluss des Genus Moschus ist umgekehrt das Nasenbein sehr constant lang und schmal, und stösst seitlich, wo es sich etwas erweitert und auf die Wangenfläche herabsteigt, an die Thränbeinlücke, während es nach vorn den Zwischenkiefer noch erreicht und mit dem bald leicht, bald tief ausgeschnittenen vordern Ende frei über die Nasenöffnung hinausragt. Kurz und breit bleibt es nur beim Rennthier und beim Elenthier.

Bei Ziegen und Schafen ist das Nasenbein nach beiden Enden einfach zugespitzt, sonst aber bei ersteren parallelrandig und ziemlich flach, bei letzteren in querer und longitudinaler Richtung gewölbt und an Breite nach hinten zunehmend.

Auch unter Antilopen, wo nur Saiga eine grelle Ausnahme, parallel zu Alces bildet, ist die Nasenbein-Form meist eine einfache, wie bei der Ziege. Bei Cephalophus greift es ungewöhnlich tief auf die Wangenfläche hinab. Nach hinten dringt es immer

mehr oder weniger tief in die Stirnbeine ein; der Vorderrand ist bald quer abgeschnitten, bald einfach zugespitzt, bald mit einfachem oder mehrfachem seitlichem Einschnitt versehen.

Unter den Rindern scheiden sich wieder die Büffel ab durch auffallende Erweiterung des Nasenbeins in seinem hintern und auch im vordern Theil, wodurch es in der Mitte eingeschnurt erscheint, sowie durch die tiefen und selbst mehrfachen Anoa Incisuren des Vorderrandes. Bei den übrigen Rindern wechselt die Form in nicht grössern Grenzen, als bei der Mehrzahl der Antilopen.

Während demnach bei Hohlhörnern das Nasenbein gute specifische Merkmale bildet, wechselt seine Gestalt fast nur nach grössern Gruppen bei den Geweihträgern und den Hornlosen.

Muskel-cristae und Bullae osseae.

Es wird wohl jeder Anatom zugeben müssen, dass diesen von Turner zu Hülfe gezogenen Merkmalen des Schädels nur ein sehr geringer Antheil an der Charakterisirung desselben zukommen kann, da einerseits die Spuren, welche die unter den Wiederkauern doch nicht so weitläufige Modificationen bietende Schädelmusculatur zurücklässt, nur schwach sind und nach individuellen Verhältnissen an Stärke der Ausbildung sehr wechseln, und anderseits die Gehörblasen ebenfalls nach dem Alter, allein auch nach Individuen eine sehr verschiedene und überdies schwer definirbare Form tragen.

Die **Massetercrista** umfasst durchweg den Molartheil der Zahnreihe und liegt bei den Kameelen in Folge der tiefen Stellung von Augenhöhle und Jochbogen sehr niedrig, wenig über dem Alveolarrand des Oberkiefers; bei Moschusthieren verläuft sie in der Flucht des Jochbogens vollkommen horizontal. Auch bei den Hirschen läuft diese Crista über den eigenthümlich gewölbten und langen Alveolartheil des Oberkiefers in ziemlich horizontaler Richtung, während sie bei Schafen und Ziegen von der Augenhöhle bis zum Thränbeinrand aufsteigt (bei dem Schaf ihn indess nicht erreichend) und dann rasch zum Tuber maxillare abfällt. Aehnlich bei Rindern, wo sie nur etwas mehr vom Thränenbeinrand entfernt bleibt, und sich bald früher (Bison), bald später (Bibos) zum Wangenhöcker hinabsenkt. Je nach der Länge des Oberkiefers oder vielmehr der Zahnreihe und nach der grössern oder geringern Höhe der Zahnwurzeln verhält sie sich bei Antilopen, überhaupt jederzeit nur einen sehr unvollkommenen Ausdruck bietend für die Ausdehnung des hintern Theiles des Gebisses.

Noch weniger Gewicht verdienen die Muskelhöcker an der **Basis occipitis**, die ich innerhalb derselben Species an verschiedenen Individuen erheblich schwanken sehe, wie denn auch die Form dieser Fläche eine Beschreibung sehr schwerfällig und wenig brauchbar machen würde.

Auch in der Gestalt der **Paukenknochen** zeigen sich allerdings von der flachen Form von Moschus und vielen Hirschen bis zu der blasig angeschwollenen von Tragulus und manchen Antilopen weitgehende Gradationen. Allein diese Form ist so unbestimmt und so sehr Altersunterschieden unterworfen, dass mir ihre Benutzung zu systematischen Zwecken unthunlich erscheint. Ueberdies hängt ihre Bildung namentlich auch ab von der Form des Occiput, indem sich bei breitem Mastoidtheil desselben auch das Felsenbein in die Breite ausdehnt und alsdann der knöcherne Gehörgang in seitlicher Richtung abgeht. So besonders bei Kameelen, beim Rind, Schaf, Steinbock, bei Bubalis, beim Gnu, wo eine starke Knochenwand, der Processus vaginalis, vor der Bulla her liegt und eine hohe Lehne für das Unterkiefergelenk bildet, während bei der Mehrzahl der Antilopen und bei Hirschen dieser Theil fast schwindet, indem sich der knöcherne Gehörgang unmittelbar nach oben wendet und dicht an die Bulla anlegt.

Ergebnisse der Untersuchung des Schädels.

Kehren wir nach dieser Untersuchung der Einzelheiten im Schädelbau zu der Frage zurück, ob sich daraus charakteristische Merkmale, sei es für den Wiederkauer im Ganzen, sei es für Begrenzung einzelner Gruppen desselben ableiten lassen, so ergiebt sich vorerst, dass der Schädelbau nicht ein einziges Merkmal bietet, welches mit gleicher Schärfe die Gruppe der Wiederkauer in ihrer Gesammtheit bezeichnet, wie es der Bau des Magens thut.

Alle Schädelmerkmale sind nur von relativem Werth. Trotz der grossen Mannigfaltigkeit und Augenfälligkeit der schliesslich erzielten Resultate beruhen diese nur auf verschiedener relativer Ausdehnung einzelner Knochen innerhalb von Grenzen, die keineswegs Scheidelinien gegen benachbarte Gruppen bilden. Mit andern Worten, das charakteristische und leicht erkennbare Gepräge, sei es der ganzen Abtheilung der Wiederkauer, sei es ihrer Unterabtheilungen, ist mehr physiognomischer als anatomischer Natur, und man erstaunt, innerhalb eines so engen Rahmens, mit so geringen Hülfsmitteln Producte von so auffällig verschiedenem Gepräge erzielt zu sehen, wie der Schädel der Gazelle und des Büffels, von Ziege und Ochs, von Schaf und Kameel.

Durch nichts wird dies deutlicher belegt, als durch die Vergleichung fœtaler Schädel; sie sehen einander um so ähnlicher, auf je jüngern Stadien man sie untersucht und scheinen somit von einem gemeinsamen Ausgangspunkt auszugehen. Hierin dürfte auch die Handhabe zur Rubrizirung so verschiedener Endresultate liegen. Man würde wohl finden, dass diese letztern nur Stationen bilden auf einer gemeinsamen Entwicklungsbahn, bedingt durch specielle Verwendung des Materials bald zu diesem, bald zu jenem besonderen Zwecke, hier zur Ausbildung von Waffen oder von Zierden von geringerer Bedeutung, dort zur Anlage von Kapseln für Sinnesorgane, wieder zum Tragen eines bald zu dieser bald zu jener Funktion geschickteren Gebisses. Und jeder besondere Zweck würde auch weitere Consequenzen auf andern Gebieten erkennen lassen; offenbar wirkt die Belastung des Kopfes mit mächtigen Hörnern oder einem starken Geweih unmittelbar auf die Ausbildung der Muskelflächen und Muskel-cristae. Bei dem Bau grosser Augenhöhlen oder eines geräumigen Nasenrohres, selbst auch nur von Capseln für die sogenannten Thränensäcke betheiligt sich manchmal jeder Knochen des Gesichtes in geringerem oder stärkerem Maasse; nicht weniger deutlich sind die Folgen der Anwesenheit und des Fehlens von Schneide- und Eckzähnen und die Stärke und Dauer des Backzahngebisses. Und alle diese Modulirungen eines und desselben Materiales nüanciren sich ja nicht nur für ganze Gruppen, wie Hirsche, Ziegen, Giraffen, sondern auch für die beiden Geschlechter, ja, wenn auch in weit geringerem Maasse, für jedes Individuum. Man darf sagen, dass die verschiedenen Alterszustände innerhalb des männlichen und weiblichen Geschlechts des Sunda-Ochsen allein grössere Schwankungen zeigen als innerhalb der gesammten Abtheilung der Ziegen oder der Moschusthiere.

Allein in dieser Menge von Metamorphosen des im Fœtus verborgenen Stammtypus lassen sich allerdings doch gewisse Linien erkennen, welche, oft durch parallele Knotenpunkte an die überall gleiche Wirkung vorgebildeter Zwecke erinnernd, zu gewissen Endpunkten von entscheidendem Gepräge führen. Das Argali, das zahme Rind sind Typen extremster Bildung, während die südasiatischen Moschusthiere von dem fœtalen Ausgangspunkt sich ausserordentlich wenig entfernt haben. Niemand kann zweifeln, dass die letztere Form eine sehr einförmige Geschichte hinter sich habe, während jene das Resultat ausserordentlich reicher Umwandlungen sein muss, und wenn auch beide der gleichen Epoche heute noch angehören, so dürfen wir doch in morphologischem Sinn die eine sehr jung, die andere sehr alt nennen.

Leider ist das Material zu einer solchen historischen Morphologie des Schädelbaues sehr schwer zu erhalten, indem die Sammlungen bisher nur darauf ausgingen, definitive

Typen zu erwerben, und der Aufbewahrung von verschiedenen Alterszuständen des Schädels keine Aufmerksamkeit schenkten.

Allein nur an den überall erhältlichen Hausthieren oder dem gemeineren Wilde ist ersichtlich, wie wenig z. B. fœtale Schädel von Reh und Rind sich unterscheiden. Doch ist schon hier die Parietalzone beim Reh weit ausgedehnter, als beim Kalb und bildet hinter der Augenhöhle einen breiten vertikalen Gürtel, während sie beim Kalb sehr schmal ist, und mit schmalen Zipfeln in die Schläfe hinabreicht. Umgekehrt ist das Thränenbein schon jetzt bei dem Kalb sehr gross und stösst an das Nasenbein an, während beim Reh hier eine Lücke bleibt. Auch das Nasenbein ist bei dem Kalb von früh an breiter, der Oberkiefer kürzer, der Zwischenkiefer länger, die Wölbung der Stirne geringer, während die Elemente des Hinterhauptes bei beiden Thieren nicht verschieden sind.

An etwas ältern Schädeln zeigt sich das Gesicht beider Thiere nur wenig verändert; Hirsch und Rind unterscheiden sich fast nur durch die Form der Nasenbeine und die Thränenlücke. Allein wie erheblich sind jetzt die Modificationen der Schädelcapsel; beim Hirsch eine breite Parietalzone mit ausgedehnter Hinterhauptsschuppe, während alle diese Theile bei dem Rind nach hinten gedrängt eine quere Zone von nur seitlicher Ausdehnung bilden.

Auch das Schaf unterscheidet sich zu dieser Zeit vom Kalb nur noch durch weit schmalere Occipitalgegend und sehr stark gewölbte, fast geknickte Stirn, während bei dem letztern nun schon eine deutliche Hinterhauptskante quer durch die Squama occipitis geht, und jetzt noch die Parietalzone rechtwinklig von der Hinterhauptszone abgrenzt, eine Bildung, welche dann beim Schaf stabil bleibt, während das Rind darüber hinausgeht durch progressive Entwicklung der Stirnbeine nach hinten und Verdrängen der Parietalzone von der Schädeloberfläche.

Leider darf ich indess diesen historischen Weg der Schädelmetamorphose nicht betreten und muss mich an die empirische Gruppirung der definitiven Resultate halten.

Als allgemeine osteologische Charakterzüge der Wiederkauergruppe lassen sich aufführen: Grosse Ausdehnung der Hirncapsel zum Bergen eines voluminosen Gehirns, wobei sich nicht nur die obern Deckstücke, sondern auch die Keilbeinflügel in ansehnlichem Maasse betheiligen. Bedeutender Umfang der Augenhöhlen und der Nasenhöhle. Auch die Schläfengrube ist in Folge der Ausdehnung der Hirncapsel und des Vorragens der Augenhöhlen sehr ergiebig. Das Thränenbein ist durchweg gross und bildet oft tiefe Gruben zur Aufnahme von drüsigen Einstülpungen der Haut. Mit dem Thränenbein drängt sich auch das Jochbein bis weit in die Gesichtsfläche vor. Sehr bedeutende

Ausdehnung des Backzahngebisses und folglich der Maxilla, während alle Verwendung des Gebisses zu Waffen fehlt (bis auf wenige Ausnahmen bei Kameelen, Moschusthieren und Hirschen); auch die Schneidezähne dienen nur zum Kauen und sind meist auf den Unterkiefer beschränkt; beides hat eine sehr bedeutende Schwächung und Ausspitzung der Intermaxilla zur Folge. Waffen bietet dafür in der grossen Mehrzahl der Fälle das Stirnbein als Stütze für Hörner oder Geweih.

Allein zu diesen allgemeinen Zügen, von welchen namentlich die Stirnzapfen und die von der Art des Gebisses abhängige Form der Intermaxilla sofort in die Augen fallen und den Wiederkauer leicht von andern Hufthieren unterscheiden lassen, fügt sich noch eine Reihe von Merkmalen von weniger durchgreifendem Charakter. Dahin gehört die meist leichte Befestigung des Kopfes auf einem langen Hals und das daherige Fehlen starker Cristæ für die Nackenmusculatur, welche bei den Pachydermen oft die Form der Stirncapsel sehr maskiren. Da das Gebiss nicht als Waffe dient, so besitzt auch die Kaumusculatur nur schwache Ansatzlinien und ist der Jochbogen schwach; der Alveolarfortsatz des Oberkiefers ist zeitlebens durch einen tiefen Einschnitt von der durch hohe Wandungen erweiterten Choanenöffnung getrennt; endlich sind die Schädelknochen durchweg im Verhältniss zu den Pachydermen von eigenthümlicher Leichtigkeit und Dünnheit; ihre Näthe bleiben auch zeitlebens offen, ausser am Scheitelbein, das oft früh mit dem Hinterhaupt verschmilzt.

Innerhalb dieser allgemeinen Merkmale lassen sich, immer mit Hülfe des Schädelbaues, folgende Gruppen noch mit Leichtigkeit abgliedern.

1. Die Kameele, welche sich nicht nur im Gebiss und im Schädelbau, sondern bekanntlich auch wichtigen in Zügen des übrigen Skeletes an die Pachydermen anschliessen.

Ihr augenfälligstes Merkmal besteht ausser der Anwesenheit von Intermaxillarzähnen in der ausgezeichneten Erweiterung des Schädels in der Gegend der Augenhöhlen, welche sehr weit seitlich und in vollkommen querer Richtung aus dem Schädelumriss vortreten, während die Stirncapsel nach hinten und das Nasenrohr nach vorn sehr schmal und in die Länge gezogen sind. Die Muskelgruben und Muskellinien sind stärker als bei übrigen Wiederkauern. Die Occipitalfläche ist zwar klein, aber kantig umgrenzt wie beim Pferd, die Schläfengrube enorm und durch eine Crista sagittalis vergrössert, der Jochbogen stark und weit nach aussen liegend. Die Augenhöhlen sind auf Kosten des Thränenbeins sehr weit und über einen guten Theil des Processus alveolaris des Oberkiefers nach vorn geschoben.

Das Thränenbein ist sowohl auf der Gesichtsfläche als in der Augenhöhle sehr ein-

geschränkt und erreicht in der letztern nicht den Alveolarfortsatz des Oberkiefers. Ueber dem Thränenbein ist der Augenhöhlenrand sehr tief eingeschnitten. Die Nasenbeine sind kurz und nehmen in ihrem hintern Theile an der bedeutenden Querausdehnung der Stirn Theil. Die Fossa sphenomaxillaris ist sehr seicht, daher die hintere Oeffnung des Infraorbitalcanals hier bereits über den Alveolartheil der Maxilla in die Augenhöhle hinaufrückt, wie etwa bei Schweinen und Pferden. Doch bleiben For. sphenopalatinum und For. palatin. super. noch in ihrer gewöhnlichen Lage. Der Canalis palatinus öffnet sich sehr weit vorn im Gaumen. Zwischen For. jugulare und lacerum anterius findet sich ein Sulcus caroticus. Die Choanenöffnung, hinten von sehr hohen Wänden umgeben und trichterförmig erweitert, reicht sehr weit nach vorn. Der Zwischenkiefer ist stark, nach vorn sehr verlängert, die Foramina incisiva klein.

Das Verschwinden der Fossa sphenomaxillaris und die Verdrängung der ihr sonst zukömmlichen Oeffnungen nach oben geht noch weiter bei Anoplotherium, Oreodon, welche hiemit auch die letzte Schranke, die sonst den Wiederkauerschädel von demjenigen der übrigen Hufthiere trennt, überschreiten. Bei Oreodon liegen For. sphenopalatin. und palatin. super. unmittelbar an der Innenseite der Oeffnung des Infraorbitalcanals; bei Anoplotherium ist auch die untere Oeffnung der Sphenomaxillargrube, welche bei Oreodon noch deutlich ausgebildet war, verschwunden. Camelus, Oreodon und in noch höherm Maasse Anoplotherium bilden somit eine Grenzgruppe der Wiederkauer nach den Pferden hin. Wir dürfen kaum zweifeln, dass noch eine Anzahl anderer erloschener Genera sich dazufügen würde, wenn wir von allen fossilen Wiederkauern so vortreffliche Ueberreste hätten, wie von den zwei genannten. In mancher Beziehung darf daher die Gruppe der Kameele als eine Art stehen gebliebener Erinnerung an manche fossile Formen betrachtet werden.

2. Eine andere Grenzgruppe der Wiederkauer bilden die **Tragulina**, selbstverständlich mit Entfernung von Moschus, das sich an die Hirsche anschliesst.*) Wie sich die Kameele an die Pachydermata imparidigitata anschliessen, so diese unrichtig so genannten Moschusthiere an die Pachydermata paridigitata.

Die Tragulina sind ausgezeichnet durch einen geschlossenen Schädel aus viel dich-

*) Es freut mich, dass auch die neueste Monographie der Moschusthiere von Alph. Milne Edwards Ann. des Sc. Natur. 1864. diese vollständige Trennung von Tragulus und Moschus, die ich schon in meiner Schrift über die fossilen Pferde 1863 hervorgehoben, befürwortet, ohne freilich die Vereinigung des Genus Moschus mit den Hirschen so direct zu verlangen, wie ich es thun möchte. Noch früher hat Pucheran denselben Vorschlag gemacht. Archives du Museum. VI. 1852.

terer Knochensubstanz, als bei der Mehrzahl der Wiederkauer. Das Hinterhaupt ist schmal und nach oben zugespitzt: die Squama occipitis greift kaum auf die Schädeloberfläche über, die Parietalzone ist deutlich eingeschnürt und die Schläfe von der Schädeloberfläche kantig abgegrenzt wie bei Dicotyles. Die Frontalzone ist sehr ausgedehnt und reicht weit über die Augenhöhlen hinaus. Der Gesichtsschädel ist daher sehr kurz und spitzt sich nach vorn rasch und kegelförmig aus; die Augenhöhlen ragen nicht vor und sind von einander nur durch eine dünne Knochenplatte getrennt, die durch die confluirenden vordern Keilbeinflügel gebildet ist. Die Hirnhöhle wird dadurch in einen vordern und hintern Theil abgeschnürt wie bei Dicotyles; die Nasenbeine sind kurz und nehmen nach hinten rasch an Breite zu. Die Maxilla ist niedrig und kurz, die Intermaxilla sehr kurz und steil, die Nasenöffnung eng und steil. Von jugendlichen Schädeln von Dicotyles unterscheidet sich Tragulus nur durch bedeutendere Grösse und hintere Abgrenzung der Augenhöhlen, sowie durch schwächern Jochbogen und kürzere Schnauze.

Das Thränenbein erstreckt sich nicht auf den Alveolarfortsatz des Oberkiefers: die Fossa sphenomaxillaris ist nach unten durch das weit nach hinten vorragende Gaumenbein begrenzt. Die Choanenöffnung, durch den Vomer nicht getheilt und trichterförmig erweitert, ist dadurch weit nach hinten verschoben, und stösst fast an die grossen Bullæ osseæ an. Das Gaumenbein steigt auch hoch in die Augenhöhle auf und bildet einen guten Theil ihrer Vorderwand. Die Thränbeinlücken sind fast oder ganz geschlossen; die Ossa incisiva sind sehr kurz, mit engen Foramina incisiva.

Da die Tragulina sich in ihrem Milchgebiss auf das engste an die Dichobunen anschliessen, so kann ich nicht zweifeln, dass die Schädelbildung dieser ausgedehnten Gruppe eine ähnliche Uebereinstimmung mit derjenigen der Tragulina zeigen würde, wie Oreodon und Anoplotherium mit den Camelina. Doch bin ich nicht im Stande, hierüber bestimmte Angaben zu machen.

Innerhalb dieser Grenz-Gruppen, welche sich beide an die Pachydermen anschliessen, obschon sie beide durch das gemeinsame Merkmal der Hornlosigkeit, und wenigstens zum Theil, der Intermaxillar-Bezahnung vereinigt zu sein scheinen, liegt nun das Heer der übrigen Wiederkauer, mit vier deutlichen Magenabtheilungen, mit fast durchgängiger Ausbildung von Stirnauswüchsen und eben so häufigem Fehlen von Eck- und obern Schneidezähnen.

Hier bieten sich nun die zwei alten Abtheilungen der Hohlhörner und der Geweihträger auch als osteologisch berechtigte Gruppen von selbst dar, wobei das Genus Moschus eine Verbindungsbrücke zwischen Tragulina und Cervina (vornehmlich Muntjak-Hirschen)

bildet, während die Giraffen die Geweihträger theilweise mit den Cavicornia, theilweise sogar mit Pachydermen zu verbinden scheinen.

3. Hirsche, meist Geweihe tragend, oft mit obern Eckzähnen versehen. Osteologische Merkmale: dünne spröde Knochensubstanz mit reichlichen Knochenlücken. Stirncapsel gewölbt, mit querer Occipitalfläche; Schläfengruben kaum von den Augenhöhlen abgetrennt, nach allen Seiten weit offen, mit convexer Schädelwand. Jochbogen sehr schwach, mit schmaler und kurzer Schläfenwurzel: Augenhöhlen gross, vorstehend, nach vorn gerichtet; Gesichtsschädel lang und niedrig, nach vorn allmählig zugespitzt; Thränenbein sehr gross, tief ausgehöhlt und gegen das Nasenbein von grossen Lücken umgeben. Nasenbein kurz und schmal, Intermaxillae lang, knöcherne Nasenöffnung daher sehr schief liegend.

Ausser diesen allgemeinen physiognomischen Schädelmerkmalen können noch eine Anzahl kleinerer Charaktere für die Hirsche aufgezählt werden. Wie überhaupt die Schädellücken reichlich und gross sind, so sind die im Allgemeinen kleinen Bullæ osseæ weit von der Schädelbasis getrennt, von keinem Processus vaginalis umgeben: die Glenoidgruben sind daher nach hinten kaum begrenzt. Die Ala minor ist weit nach vorn ausgedehnt und stösst an das reichlich auf den maxillaren Alveolarfortsatz ausgebreitete Thränenbein an, so dass sie das Gaumenbein von der Augenhöhle ausschliesst. Die Thränenoffnung ist doppelt und liegt auf dem Augenhöhlenrand oder auf der Gesichtsfläche, das For. supraorbitale ist gross, ebenso die Foramina incisiva. In Folge der langen Zahnreihe reicht die horizontale Massetercrista weit über die Augenhöhle hinaus. Die Choanenöffnung ist meistens weit nach hinten verschoben.

Allein trotz dieses allgemeinen sehr charakteristischen Gepräges wäre es leicht, in der grossen Gruppe der Hirsche manche osteologische Eigenthümlichkeiten einzelner Arten oder kleiner Gruppen namhaft zu machen, wie die kurzen Nasenbeine des Rüssel tragenden Elenthieres, die weit nach hinten verschobenen Choanen von Cervus virginianus, mexicanus etc., die ungewöhnliche Grösse des Foramen spheno-orbitale und sphenopalatinum beim Rennthier, die sehr verschiedene Ausbildung der Thränengruben und Thränenlücken u. s. w., Unterscheidungen, die indess ausser den Bereich unserer Aufgabe fallen.

Das Genus **Moschus** hat die dünne Beschaffenheit der Schädelknochen, die reichlichen Schädellücken, das ausgedehnte Thränenbein, die zwei seitlich getrennten Flügel des vordern Keilbeins der Hirsche. Die Gehirnhöhle reicht bis vor die Augenhöhlen und besitzt in den Keilbeinflügeln eine breite Basis wie bei Hirschen. Auch die Sinneshöhlen und die Schädelöffnungen verhalten sich wie bei diesen. Dagegen ist die Parietalzone sehr ausgedehnt; sie reicht vorn bis an die hintere Grenze der Augenhöhlen

und greift auch seitlich so tief in die Schläfengrube hinab, dass das Schläfenbein auf eine schmale Zone beschränkt bleibt. Das Thränenbein ist grubenlos, die Nasenbeine sind sehr schmal und vorn tief ausgeschnitten, die Condyli occipitis unter sich verschmolzen.

Ueber die Giraffen, welche sich von vorn herein dadurch auszuzeichnen scheinen, dass ihre Hornzapfen auf einem besonderen Schaltknochen aufsitzen, der erst spät mit der Umgebung verwächst, bin ich nicht im Stande, aus eigener Anschauung von Schädeln zu urtheilen. Im Allgemeinen stimmt indess ihre Physiognomie mit derjenigen der Hirsche mehr überein, als mit derjenigen irgend einer andern Wiederkauergruppe, wenn auch ihr Schädel weit geschlossener ist, als derjenige der Hirsche. Siehe darüber die ziemlich reichliche Litteratur.*)

4. Die **Cavicornia** bilden die letzte der grössern Gruppen der Wiederkauer; gleichzeitig die weitaus ausgedehnteste und diejenige, die uns hier speciell beschäftigen soll.

Ausser dem dem männlichen Geschlecht durchweg, dem weiblichen meistentheils, zukommenden Besitz von Hornscheiden tragenden Stirnfortsätzen, kann nur das allgemeine Fehlen der Eckzähne und obern Schneidezähne als allgemeines Merkmal dieser Gruppe und als Grenze gegen die vorige, mit welcher sie gleichwerthig ist, aufgeführt werden. Auch wechselt die allgemeine Körperform und der Habitus der hieher gehörigen Thiere in weit höherem Maasse, als bei der vorigen Abtheilung, indem hier alle Uebergänge von der hirschähnlichen Gazelle bis zu dem pachydermen Gepräge des Büffels, von dem an die Giraffen erinnernden Nilgau bis zu dem plumpen Moschus-Ochsen auftreten.

Der Bau des Schädels zeigt daher auch reichliche Modificationen. Im Allgemeinen ist der Hirnschädel in seinem postfrontalen Theil meist mehr oder weniger winklig von dem Gesichtsschädel abgebogen und kürzer, aber breiter als bei Hirschen, daher auch die Schläfe kurz. Auch der Gesichtsschädel ist fast durchweg kürzer und namentlich höher als bei Hirschen, was sich in der Form der Masseter-Fläche, sowie in dem kräftigen Jochbogen abspiegelt. Die Augenhöhlen sind stärker umrandet und mehr nach Aussen gerichtet, das Thränenbein im Allgemeinen ausgedehnt, aber wenig tief ausgehöhlt und ohne erhebliche umgebende Lücken. Die Schnauze vor der Backzahnreihe ist

*) D'Alton und Pander, Skelete der Wiederkauer, 1823.
D'Alton, Acta. Acad. Nat. Cur. XII. 1824.
Owen, Transact. Zool. Soc. II. 1839.
Blainville, Ostéographie.
Joly u. Lavocat, Mém. de Strasbourg. III. 1846.
Vrolik, Kon. Acad. v. Wetenschappen te Amsterdam, 1853.
Jäger, Nova Acta Acad. Nat. Cur. XXVI. I. 1855.

durchweg kürzer als bei Hirschen, die Nasenöffnung wesentlich enger und von den Nasenbeinen weit überdacht; der Incisivrand von Ober- und Unterkiefer breit, der Unterkiefer hoch.

Wie der Schädel der Hohlhörner der vielen Knochenlücken der Hirsche entbehrt und geschlossener ist, so ist auch seine Knochensubstanz dichter als bei diesen, obschon von der leichten Gazelle bis zu den massiven Schädeln der Schafe, Moschus-Ochsen und Büffel sich vielfache Abstufungen finden.

Weit schärfer als das allgemeine Bild des Schädelbaues der Hohlhörner fällt indess die craniologische Physiognomie ihrer Unterabtheilungen aus, welche vornehmlich auf dem Antheil beruht, den das Stirnbein an der Bildung der Gehirncapsel nimmt.

Eine erste, dem allgemeinen Typus des Wiederkauers noch durchaus parallele Gruppe, und somit den Grundstock und Ausgangspunkt der Cavicornia darstellend, bilden die **Antilopen** im weitesten Umfang des Wortes. Sind auch innerhalb dieses weiten Rahmens, von dem hirschähnlichen Dicranoceros bis zu dem an die Rinder anstreifenden Catoblepas sehr weitgehende Schwankungen des besprochenen Verhaltens bemerkbar, so weiss ich doch für sie kein anderes osteologisches Schädelmerkmal hervorzuheben, als die durchweg horizontal liegende Parietalzone, verbunden mit nach oben oder hinten gerichteten und cylindrischen Hornzapfen, welche über, ja sogar (Tetraceros) zum Theil vor den Augenhöhlen wurzeln. Nur beim Gnu sind allerdings die Hornzapfen weit von den Augenhöhlen entfernt und horizontal nach aussen gerichtet, wie bei Rindern. Allein nichtsdestoweniger verhält sich hinter ihnen die Parietalzone und die Schläfe noch den übrigen Antilopen gleich. Doch verdient das Genus Catoblepas gerade dieses gemischten Charakters halber eine besondere Untersuchung, die wir auf unten versparen.

Eine weitere Modifikation zeigen die **Ziegen** und **Schafe**, bei welchen bereits Frontal- und Parietalzone einen mehr oder minder ausgesprochenen Winkel bilden, und die letztere oft steil nach hinten abfällt, ja bei dem Argali mit der Hinterhauptfläche zusammenfällt. Doch ist nicht zu übersehen, dass der Scheitelwinkel noch in den Bereich des Stirnbeines fällt, und also die Parietalzone wenigstens mit dem hintern Theil des Stirnbeins in gleicher Flucht liegt. Immer noch ist daher die Schläfengrube oberflächlich und öffnet sich frei nach hinten und oben. Ueberdies finden wir hier die Hornzapfen seitlich abgeplattet; allein sie wurzeln immer noch über den Augenhöhlen, wenn sie auch oft in Folge ihrer massiven Bildung einen grossen Theil der Schädeloberfläche einnehmen. Bei den Ziegen liegt dabei die grosse Achse des linsenförmigen Horndurchschnittes der Schädelachse parallel und stehen die Hörner steil aufrecht. Bei Schafen, und auch schon bei Ibex in höherem

Alter, sitzen die Hörner dagegen schief auf dem Schädel, so dass ihre grössern Durchmesser nach vorn divergiren: ihre vordere Seite ist abgeplattet und geht in 2 Kanten in die innere etwas concave, und die äussere etwas convexe Seitenfläche über. Die Richtung des Hornes geht von Anfang an in stärkerem oder schwächerem Maasse nach aussen. Die Anwesenheit von Thränengruben (ausser bei Tragelaphus), die Wölbung und die breite Form der Nasenbeine, die massive Structur der Schädelknochen sind fernere osteologische Merkmale, welche die Schafe von der ihnen sonst so innig verwandten Gruppe der Ziegen unterscheiden lassen.*)

Die **Rinder** bilden in der bisher verfolgten morphologischen Reihe den Schlusspunkt, und zwar nicht nur für die Cavicornia speciell, sondern auch für die Gesammtheit der Wiederkauer, ja für die Säugethiere überhaupt, indem das Stirnbein nicht nur die hintere Kante der Schädelcapsel bildet, wofür nur auf sehr entferntem Gebiete, bei den Cetaceen, sich ein Beispiel findet, sondern sich auch seitlich so sehr ausdehnt, dass es die Schläfengrube überdacht. Die Parietalzone wird so schliesslich vollkommen in den Bereich der Hinterhauptsfläche verdrängt und geht in derselben auf, höchstens noch mit ihrem vordern Zipfel auf die Schädeloberfläche übergreifend, ähnlich wie es sonst das Occipitale that; sie ragt daher nur noch von hinten her in die Schläfengrube. Nicht minder charakteristisch ist die durch dieselbe Ausdehnung des Stirnbeins bedingte weite Entfernung des Hornansatzes von den Augenhöhlen an den hintern und äussern Winkel der Schädeloberfläche, sowie deren entschiedene Neigung zur Seitwärtsrichtung. Der Horndurchschnitt ist cylindrisch oder von vorn nach hinten abgeplattet, häufig dreikantig.

Dazu kömmt das geringe Vorragen der Augenhöhlen und die durch die Form des Gebisses bedingte grosse verticale Ausdehnung des Gesichtsschädels, sowie die Breite der Schnauze.

Es ist nicht zu erwarten, dass eine so aussergewöhnliche Bildung mit einem Schritt erreicht werde; so gut als sie wenigstens nach einer Richtung schon bei Schafen theilweise zu Stande kömmt, sehen wir sie auch bei Rindern allerdings nur Stufe für Stufe zu ihrem

*) Als kleinere Merkmale können ferner erwähnt werden: bei Ziegen eine spaltförmige Gesichtslücke an der Seite der Nasenbeine, die Lage der Thränenöffnung am Rand der Augenhöhle (beim Steinbock indess nach innen davon, wie beim Schaf), das Anstossen der Massetergrube an den Thränbeinrand, die spitzere Schnauze, das geringere Vorragen der Nasenbeine, die losere Verbindung des Os mastoideum, die geringere Auswärtsbiegung des Augenhöhlenrandes, die verschiedene Form der Choanenöffnung, die geringere Grösse der Foram. glenoideum, temporale, sphenopalatinum, während das For. ovale grösser ist als bei dem Schaf, die Zertheilung des For. supraorbitale externum und infraorbitale externum.

Endziel vorschreiten, und es versteht sich, dass wir gerade diese Gradationen auch als Anhaltspunkte für eine weitere Eintheilung der Rinder benutzen dürfen.

So bieten sich die Gruppen der Büffel, der Bisonten, und der Taurina ungesucht als fortschreitende Etappen auf einer und derselben Entwicklungsbahn, als deren beidseitige Grenze, innerhalb der Bovina, Anoa einerseits an die Antilopen sich anlehnt, Bos Taurus anderseits das überhaupt vom Wirbelthier in dieser Richtung erreichte Extrem uns vor Augen legt.

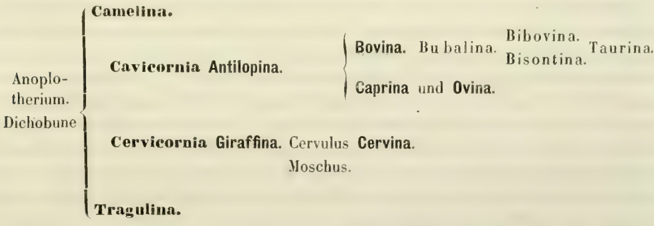
Auf diese gradativen Modificationen hier schon einzugehen, ist überflüssig, da dies gerade den speciellen Gegenstand der hier eingeleiteten Arbeit bilden soll. Wohl aber kann hier noch auf einige consecutive oder sonst hinzukommende Merkmale hingewiesen werden, welche die Abtheilung der Rinder im Allgemeinen charakterisiren.

Vorerst hat die seitliche Ausdehnung des Stirnbeins einen sehr augenfälligen Einfluss auf das Verhalten der Augenhöhlen, indem die Breitenzunahme des Schädels in der Orbitalgegend im Gegensatz zu den übrigen Wiederkauern nur gering bleibt; auch hierin macht sich übrigens die oben erwähnte Stufenfolge von den Büffeln durch die Bisonten zu den eigentlichen Rindern geltend; allein selbst bei den ersten ragen die Augenhöhlen weniger aus dem Schädelumriss vor, als bei Schafen und Ziegen.

Die Ausbildung der Stirnauswüchse zu functionellen Waffen geht überdies einher mit einer entsprechenden und sehr erheblichen Veränderung des Hinterhauptes behufs strammer Befestigung des Kopfes an den hier sehr kurzen Hals. Taurus und Gaurus bilden hier ein extremes Stadium für die quergehörnten Rinder, das in den steilgehörnten Schafen am Argali eine interessante Parallele findet. Allein überdies macht sich die andere Ernährungsweise mit Hülfe säulenförmiger Backzähne und schaufelförmiger Schneidezähne im Gesichtsschädel durch Zunahme der vertikalen Ausdehnung der Wangenfläche und der queren Ausdehnung der Schnauze in unverkennbarer Weise geltend. Das Thränenbein zeigt in seiner facialen Fläche, die relativ sehr gross ist, mehr oder weniger deutlich eine winklige Biegung nach dem Nasenbein hin; Thränengruben sind nirgends ausgebildet; Knochenlücken finden sich nur sehr spärlich, und man möchte sagen, dass sich der durch maximale Ausbildung der Waffen eindringlich genug angedeutete agressive Charakter, der im ganzen Habitus des Thieres liegt, auch schon in der dichten und massiven Structur der Knochensubstanz des Schädels wie des ganzen Skeletes abspiegelt.

In der Form der Sinneshöhlen und der Gefäss- und Nervenöffnungen wüsste ich keine Merkmale geltend zu machen, welche der Gruppe der Bovina ausschliesslich zukämen.

Eine auf den Schädelbau gegründete Eintheilung der Wiederkauer wird nach diesem allem so wenig scharfe Grenzen bilden können, als eine von irgend andern Merkmalen entnommene Doch soll das nachstehende Tableau, in welchem zwar der relative Werth sowohl der horizontalen als der vertikalen Distanzen zwischen den einzelnen Gruppen nicht ausgedrückt werden konnte, die Ergebnisse der bisherigen osteologischen Uebersicht darzustellen suchen und eine Andeutung geben, wie wohl mit diesen Hülfsmitteln eine natürliche Gruppirung der Wiederkauer sich gestalten müsste. Offenbar ist indess dabei dem ungeheuren Gebiet der Antilopen viel zu wenig Raum nach beiden Richtungen eingeräumt und wurde auch unterlassen, dasselbe, wie es sich gebührte, in kleinere Abtheilungen aufzulösen und die einzelnen Brücken anzudeuten, welche von ihm zu anderen Gruppen überführen. Hiezu fehlt es mir weniger an hinreichendem Material, als an der Möglichkeit einer gleichzeitigen Uebersicht desselben. Mazama, Dicranoceros, Portax scheinen solche Brücken zu sein, welche nach den Ziegen, den Hirschen, den Giraffen hinweisen, während wieder andere Gruppen wie Catoblepas, Oreas, Alcelaphus, Saiga etc. terminale Zweige der Antilopen darzustellen scheinen, welche wiederum mit Endpunkten anderer Entwicklungsreihen manche secundäre, man möchte sagen zufällige Parallelen bieten können. Hierauf näher einzugehen, würde über meine Kräfte gehen.



Mit diesem Tableau ist nun auch der relative Rang bezeichnet, den ich den auf osteologischem Wege gewonnenen Abtheilungen geben möchte. Es geht daraus hervor, dass diese Abtheilungen an Werth und Sicherheit allerdings verlieren, sowie sie in grössere Details absteigen, so dass sie zuletzt zu der Bedeutung rein künstlicher Gruppen hinabsinken, wozu es in der That manche neuere systematische Arbeiten gebracht haben.

Was für Collectivnamen die erzielten Gruppen erhalten sollen, dies zu bestimmen, möchte ich nicht unternehmen, da alle unsere ererbten Collectivnamen wie Genus, Tribus,

Ordo etc. nicht die mindesten intrinseken Grenzen bieten. Auch scheint es mir vollkommen gleichgültig, ob man z. B. aus den Bubalina eine Unterabtheilung der Rinder, oder eine Zwischenstufe zwischen diesen und den Antilopen bildet; weit wichtiger scheint es mir, überhaupt ihr Verhältniss zu benachbarten Formen festzustellen.

Nichts destoweniger gestehe ich gern zu, dass wir diese einmal üblichen, systematischen Rubriken nun einmal schwer entbehren können, so gering auch ihr wissenschaftlicher Werth anzuschlagen ist. Geben wir aber ihren bisherigen, übrigens von jedem Autor verschieden gedeuteten Sinn Preis, so werden sie uns nützliche Dienste leisten, sobald wir sie als durch Abstraction gewonnene Aggregate betrachten, die überall entweder durch directe Descendenz mit einander in physiologischer Verbindung stehen, oder auf verschiedenen Bahnen der Entwicklung einen Parallelismus der Resultate zeigen, der oft nur sehr schwer von Verwandtschaft durch Descendenz zu unterscheiden ist. Es sind Glieder eines Baumes, der an verschiedenen Stellen des Stammes, an den Zweigen, aus den Endknospen Blüthen treibt, deren Bau und Form jeweilen bestimmten Lebensbedingungen entspricht, und welche in der Regel, doch durchaus nicht immer, um so mehr von einander abweichen, als sie an den Endpunkten weit entfernter Aeste stehen.

Eine natürliche Gruppirung im vollen Sinn des Wortes wird immer nur eine genetische sein können, die, von den Vegetationspunkten ausgehend, progressiv den Resultaten nachgeht, die aus diesem Punkt hervorgegangen, sei es nun, dass die Untersuchung wirklich in progressiver Weise oder, wie es meist nöthig sein wird, regressiv zu Werke geht. Zu dieser Untersuchung bedürfen wir aber vor allem der Hülfe der Palaeontologie in weit ausgedehnterem Maasse als sie bisher benützt wurde. Freilich lässt uns leider gerade diese Hülfe oft im Stich; es wird daher die Systematik jeder Periode auch nur relativen Werth haben, allein sie wird durch die sich immer mehrenden palaeontologischen Materialien auch immer mehr verbessert werden. Ein Fortschritt wird aber schon erzielt durch die Anerkennung, dass die Geschichte den einzig richtigen Maassstab zur Beurtheilung der Gegenwart bietet.

Auch das obige osteologische Tableau der Wiederkauer leidet an den Gebrechen, welche die ausserordentlichen Lücken in unserer Kenntniss der fossilen Wiederkauer mit sich brachten. Von den bisherigen Gruppirungen unterscheidet es sich übrigens in seinen Hauptzügen nur dadurch, dass es die sogenannten Zwerg-Moschusthiere weit von den Kameelen abtrennt, mit welchen sie nur durch ein altes, ja wohl sehr altes gemeinsames Erbthum, durch den Besitz von Eckzähnen und die Hornlosigkeit, verbunden sind; ferner dadurch, dass es die Moschusthiere selbst in zwei sehr ungleichwerthige Theile trennt, die

mit den paarigfingrigen Pachydermen sehr nahe verwandte Tragulus-Gruppe und die mit den Hirschen zusammenfallenden eigentlichen Moschusthiere.

Hier wäre es am Platz, noch im Besonderen die Grenzformen zu besprechen, welche sich in die Zwischenräume der oben gegebenen Abtheilungen überall einschieben. Sind doch durchweg diese Grenz- und Zwischenformen wohl die bedeutsamsten auf allen Gebieten der organischen Schöpfung, weil gerade sie uns warnen können vor den künstlichen Abstractionen, zu welchen wir so sehr geneigt sind, und welche so mancherlei Systeme hervorgerufen haben, die die Einsicht in den wahren Zusammenhang von empirisch beobachteten Thatsachen oft während ganzer Zeitalter trübten.

Mit Rücksicht auf die hier allein in specielle Untersuchung kommende Gruppe der Rinder gehören hieher die Genera Ovibos, Budorcas, Catoblepas, Anoa, Acronotus, Alcelaphus, Oryx, Portax, über deren Beziehung zu den Ochsen bereits Discussionen stattgefunden haben.

Es ist aber offenbar, dass nach der oben gegebenen Charakteristik der Bovina zunächst Oryx und Portax hier ausser Betracht fallen, da die horizontale Stellung der Parietalzone, die offene Schläfe, die Stellung und Richtung der Hornzapfen, sowie deren Form sie in nichts von der Mehrzahl der Antilopen unterscheiden.*)

Das Genus Alcelaphus Blainville, wozu wohl Acronotus lunatus unbedingt mitzuzählen ist, zeigt indess eine Eigenthümlichkeit, welche bei den Ochsen wiederzukehren scheint. Obschon die Form und die Richtung ihrer Hörner, sowie die gesammte Bildung des Gesichtsschädels mit den Antilopen übereinstimmt, so entfernen sie sich doch bei den genannten Thieren und vor Allem bei Antilope Caama so weit von den Augenhöhlen, und ist gleichzeitig die Stirngränze so weit nach hinten verschoben, dass sie wirklich auch zur Grenze der Schädeloberfläche wird, und das Parietale nebst der Occipitalzone wenigstens bei Caama in eine Fläche fallen, welche nicht nur rechtwinklig, sondern sogar spitzwinklig von der Stirnkante nach vorn abfällt. Die für Rinder so charakteristische Vereinigung dieser beiden Schädelzonen ist also hier noch übertroffen; wir müssten somit in unserm obigen Tableau, das die Antilopen nicht ihrer Schädelstructur gemäss vertheilt, Alcelaphus bis unter die Taurina oder über dieselben hinausschieben.

*) Die Abbildung des Schädels von Portax Tab. VIII. bei Pander u. d'Alton, Skelete der Wiederkauer, copirt von Schinz, Monographien der Antilopen Tab. 20ª ist unrichtig, indem sie die Hörner an das Ende der Schädeloberfläche versetzt, während sie davon weit entfernt stehen. Eine bessere Abbildung giebt Gray, Catalogue, Ungul. furcipeda. p. 141.

Nichtsdestoweniger liegt in dieser Bildung doch offenbar nur ein Excess von einer bei Aceronotus noch vollkommen in den Grenzen der normalen Structur der Antilopen liegenden Bildung vor, und hindert die Verschmälerung der Stirn hinter den Augenhöhlen, die Zusammendrängung der Hornansätze an die Pfeilnath, die entschiedene Richtung der Hörner nach hinten, so gut wie alle kleinern Schädelmerkmale eine directe Vereinigung mit den Bovina durchaus.

Die Genera Anoa, Ovibos, Budorcas und Catoblepas sind von allen genannten Zwischenformen diejenigen, welche am meisten auf diese Stellung Anspruch machen; Anoa geht sogar so sehr daruber hinaus, dass ich dieses Thier geradezu bei den Büffeln beschreiben werde, mit welchen es auch durch seine palaeontologische Geschichte eng verbunden ist. Ovibos nebst Budorcas, sowie Catoblepas zeigen so viele Beziehungen zu mancherlei Nachbargruppen, dass ich ihre osteologische Verwandtschaft, so weit die mir zugänglichen Materialien dies erlauben, unten des einlässlichen besprechen werde.

---

2. Zahnsystem der Wiederkauer im Allgemeinen.

Seit langer Zeit gilt das Gebiss der Wiederkauer als ein missliches Gebiet für zoologische Zwecke, indem seine Gleichförmigkeit fast keine Anhaltspunkte zu bieten scheint. Eine einlässliche Untersuchung desselben und eine Vergleichung seiner Modificationen bei einzelnen Gruppen ist daher noch niemals versucht worden, obschon bereits in älterer Zeit einzelne lebende und fossile Genera genaue Monographien erhalten haben.

Nur die Kameele und Moschusthiere boten allerdings auch nach dieser Seite leicht zugängliche Merkmale, welche auch seit Linné stets benutzt worden sind. Allein für alle ubrigen Wiederkauer schien sich ein einziges kleines Unterscheidungsmittel zu ergeben, auf welches G. Cuvier wohl zuerst näher aufmerksam gemacht hat und welches im Allgemeinen auch die zwei grossen Hauptabtheilungen, die Hohlhörner und die Geweihträger zu charakterisiren schien. In seiner durch Kürze und Schärfe ausgezeichneten Schilderung des Gebisses der Wiederkauer (Ossem. foss. IV.) schreibt er nämlich den Hirschen und Giraffen freie und niedrige Basalwarzen an der Aussenseite unterer Backzähne zu; bei Ochsen sollten diese Pfeiler hoher sein und daher früher zur Abnutzung kommen;

bei Schafen, Ziegen, Antilopen und Kameelen sollten sie fehlen, dagegen bei den Lamas an dem Vorderrand des Zahnes stehen. Auch die Verschiedenheit der Schneidezähne bei den einzelnen Gruppen ist von Cuvier wohl bemerkt worden.

Diese Angaben haben sich im Allgemeinen bis in die Compilationen unserer Tage fortgeerbt, obschon verschiedene Odontographien oder Specialarbeiten manches daran berichtigt haben.

Abgesehen von F. Cuvier, der in seinen Dents des Mammifères die Wiederkauer fast ganz übergeht, hat Giebel, Odontographie 1855, ein neues und sehr nützliches Merkmal der Unterscheidung von Wiederkauerzähnen den von Cuvier gegebenen beigefügt: die verschiedene Stärke und Form der Zahn-Prismen, die Grösse und Krümmung der Zahn-Marken, wobei er die Angaben Cuvier's über die Nebensäulchen dahin berichtigt, dass diese auch an untern Backzähnen des Damhirsches fehlten während sie bei Antilopen häufig vorhanden seien. Giebel hat auch zuerst den Versuch gemacht, je nach der Gestalt der Zahn-Marken und der Stärke der Nebensäulen der Backzähne das Gebiss als Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Rinder-Arten zu verwenden.

Weit einlässlicher ist das Gebiss der Wiederkauer in der Odontographie von Owen 1840, besprochen und vornehmlich in seinen Beziehungen zur Structur anderer Zahnformen untersucht; Owen macht dabei aufmerksam auf die Parallele zwischen den Nebensäulchen der obern Backzähne des Rindes mit dem grossen Nebenhügel des Anoplotherium-Zahnes. Als Unterscheidungsmittel für die einzelnen Gebissformen wird die Form des Zahnkörpers und seiner Einstülpungen benutzt, sowie die Art innerer und äusserer Zahnfalten und Nebensäulen, wobei vornehmlich auch auf das verschiedene Verhalten aller dieser Theile in verschiedenen Höhen desselben Zahnes hingewiesen wird. Die genauen Angaben von Owen zeigen auch bereits, wie wenig die Nebensäulchen unterer Backzähne zur allgemeinen Charakteristik von Wiederkauergruppen benutzt werden dürften, da sie bei benachbarten Arten, ja selbst an den verschiedenen Zähnen desselben Gebisses sehr verschieden ausgebildet seien. Doch beziehen sich die sorgfältigen Untersuchungen Owen's mehr auf einzelne Genera, als auf die Frage, ob überhaupt und welche Anhaltspunkte das Gebiss bei der Charakteristik der Wiederkauer biete.

Da diese Frage auch in den zahlreichen palaeontologischen Monographien einzelner Wiederkauer sich nirgends in ihrem ganzen Umfang untersucht findet, so versuchte ich schon in meinen Beiträgen zur Kenntniss der fossilen Pferde 1863, welchen eine vergleichende Darstellung des Zahnsystems der Hufthiere im Allgemeinen vorausgeschickt war, auch das Gebiss der Wiederkauer nicht nur in seinen empirischen Eigenthümlichkeiten

darzustellen, sondern in genetischem Sinn aus dem allgemeinen Plan des Hufthierzahnes abzuleiten, indem mir auch eine richtige Deutung der für grössere oder kleinere Gruppen eigenthümlichen Détails nur aus einer morphologischen Vergleichung des ganzen Structurplanes schien hervorgehen zu können.

Hier, wo eine specielle Untersuchung dieses Gegenstandes einen wesentlichen Theil meiner Aufgabe bildet, muss ich daher auch auf die schon dort erzielten Resultate als den Ausgangspunkt für die folgenden Untersuchungen zurückgehen.

Von der freilich erst durch Deduction gewonnenen Anschauung ausgehend, dass sämmtliche Zahnformen des Säugethieres in letzter Instanz nur Complicationen und Ausbreitungen der bei dem Ovipar fast allein vorkommenden primitiven Structur eines Kegelzahnes (beim Säugethier Eckzahn oder selbst Schneidezahn) darstellen, lassen sich doch zur bequemern Uebersicht einige Collectivformen der Zahnstructur beim Säugethier empirisch herausgreifen, welche zunächst einzeln zu untersuchen Vortheil bietet. Als solche empirische Gruppen bezeichnete ich das carcharodonte Gebiss der Fleischfresser, das zygodonte der Hufthiere, das elasmodonte der Nager, ohne die innere Verwandtschaft und letzte Zusammengehörigkeit dieser Formen im mindesten in Abrede stellen zu wollen (a. a. O. p. 10 u. f.), da ja vielmehr eine noch so oberflächliche Untersuchung der successiven Modification der Zähne einer und derselben Zahnreihe am Kameel, an Anoplotherium, Oreodon, Tragulus, an den meisten Insectivoren die Einsicht wecken muss, dass das individuelle Gepräge der einzelnen Zähne von der sehr einfachen Grundform der sogenannten Incisiven oder Caninen bis zu der sehr complicirten der hintern Backzähne eine continuirliche morphologische Reihe bilde.

Unter dem Namen des zygodonten Typus bezeichnete ich (a. a. O. p. 10) das Gerüst, das in ausgezeichnetster Weise durch die untern Backzähne des Hufthieres und somit auch des Wiederkauers vertreten ist und wesentlich durch zwei quere Joche gebildet wird, in welche sich der Zahnkörper über seiner Wurzel erhebt. Tapirus, Lophiodon, Coryphodon können als reinste Beispiele dieses Typus dienen, der durchweg dadurch eine nicht unwesentliche Bereicherung erhält, dass jeweilen an obern Backzähnen zu diesen Querjochen eine longitudinale Aussenwand hinzutritt, deren ursprüngliche Entstehung aus dem Zusammenstossen der äussern Hörner der halbmondförmigen Querjoche vielleicht vermuthet werden darf, allein einstweilen weder durch factische Belege, noch durch genetischen Nachweis an Zahnkeimen nachgewiesen ist.*)

*) Die Untersuchung von Zahnkeimen vorderer oberer Backzähne von Dinotherium würde wohl am ehesten hierüber Aufschluss geben.

Ober- und Unterkieferzähne sind daher einstweilen von vorn herein in ihrem factischen Typus nur theilweise mit einander vergleichbar, indem der Unterkieferzahn der Aussenwand ermangelt. Schon diese einfache Vergleichung zeigt, dass sowohl Cuvier, als Owen zu weit gingen, wenn sie am Wiederkauer die Unterkieferzähne geradezu umgekehrten Oberkieferzähnen verglichen.

Die fernern Modificationen dieses für die Hufthiere allgemeinen Typus erfolgen nun innerhalb derselben mit den gleichen Mitteln wie bei Carcharodonten und Elasmodonten, nämlich durch Ausdehnung der Email-Oberfläche als des mechanisch wichtigsten Zahntheiles; und der Weg dazu ist derselbe, wie bei irgend welchen andern Organen, wo es sich um Vergrösserung einer Fläche handelt; nämlich Fältelung bis Verästelung der Seitenwände (bei Elasmodonten, bei »plicidenten« Hufthieren wie Equus, Elasmotherium etc.), oder Hügel- und Warzenbildung an der Kaufläche (Frugivoren, Omnivoren) oder endlich Einstülpung der Kaufläche (Herbivoren), alles offenbar nur Modificationen eines und desselben Plans, sei es dass sie einzeln oder gleichzeitig an demselben Object angewendet werden.

Allein eine zweite Reihe von Formveränderungen betrifft den Dentinkörper des Zahnes selbst, insofern dieser, offenbar zum nämlichen Zweck der Oberflächenvermehrung, durch schiefe Stellung oder halbmondförmige Biegung der Querjoche an Ausdehnung und Mannigfaltigkeit des Reliefs gewinnen kann, wobei jeweilen selbstverständlich obere und untere Zähne in ihren Modificationen Schritt halten.

An obern Backzähnen erfolgt diese Biegung nach rückwärts und endet damit, dass sich beide Joche hinten wieder an die Aussenwand des Zahnes anschliessen, von der sie vorn ausgegangen sind: An Unterkieferzähnen biegen sich die Querjoche stets nach vorn um und rollen sich, da keine Innenwand da ist, schliesslich selbst bis zu auffallenden Graden einwärts. Von dem Maass dieser Umbiegung der Querjoche hängt dann auch die Ausdehnung der kauenden Schmelzbänder ab oder mit andern Worten, es ist jenes Maass gleichzeitig dasjenige des mechanischen Werthes eines Zahnes.

Der Zahntypus des Wiederkauers ist eine schon weitgediehene Stufe in der Reihe dieser angedeuteten Modificationen des zygodonten Zahngerüstes. Zur Verständigung entnehme ich, bevor ich zu seiner speciellen Darstellung gehe, der frühern Arbeit die hier nöthige Terminologie (a. a. O. p. 16).

Wir unterscheiden am Oberkieferzahn des Tapirs, als der unter lebenden Thieren einfachsten Form, eine mehr oder weniger in Hügel sich erhebende Aussenwand, von welcher zwei quere Joche, das Vorjoch und das Nachjoch ziemlich rechtwinklig

nach innen abgehen; zwischen beiden Jochen liegt das vordere Querthal, hinter dem Nachjoch die Bucht oder das nach hinten offene hintere Querthal.

Der Schmelzbänder sind also (im Zustand der Abnutzung) drei, wovon das äussere longitudinal verläuft, während zwei innere mehr oder weniger rechtwinklig davon nach innen treten.

Am Unterkieferzahn dagegen finden wir nur zwei isolirte Querjoche ohne Aussenwand und somit nur zwei Schmelzbänder.

Hintere Backzähne des Oberkiefers.

Eine erste Reihe von Modificationen dieses einfachen Typus erfolgt nun zunächst durch blosse Ausdehnung der Querjoche. Dieselbe kann, da der durch den Hals des Zahnes am reinsten vorgezeichnete horizontale Zahndurchschnitt nie überschritten wird, nur zu Stande kommen durch Biegung der Querjoche, welche in beiden Kiefern so erfolgt, dass immer gleichwerthige Zahnstellen oberer und unterer Zähne sich entsprechen und zwar nach hinten an obern, nach vorn an untern Zähnen.

Rhinoceros und Hyrax führen uns einen ersten Grad dieser Biegung vor Augen. Allein gleichzeitig zeigt sich hier schon die Wirkung eines fernern Mittels der Ausdehnung des Schmelzbandes, nämlich Verästelung oder Abtrennung von Seitenzweigen der Querjoche. So am Nachjoch oberer Zähne vom Nashorn; beide Joche schwellen hier überdies an ihrem innern Ende in starke Kegel oder Innenpfeiler an, welche bei Chalicotherium dann fast das ganze Querjoch absorbiren. An den untern Zähnen bleibt es bei der einfachen Biegung der Joche.

Noch weiter gehen Palaeotherium und Titanotherium, indem sich hier beide Querjoche halbmondartig nach hinten biegen. Beide Querthäler werden dadurch mehr oder weniger, doch das hintere in stärkerem Grade, abgeschlossen, und halbmondförmig in die Längsrichtung gedrängt, die erste Spur der Sichelgruben oder Marken von Wiederkauern. Auf der Höhe der Halbmond-Krümmung schwellen beide Joche so sehr an, dass die Verbindung mit der Aussenwand sehr untergeordnet bleibt; namentlich ist dies der Fall beim Nachjoch, das an jungen Zähnen fast ganz von der Aussenwand getrennt ist.

Aehnlich am Unterkiefer: nicht nur Halbmondkrümmung der Querjoche, sondern auch Anschwellung der Innenpfeiler, welche, mit breiter Basis an der Innenseite des Zahnes aufsteigend, die Ausgänge der ursprünglichen zwei Querthäler des Zahnes, die in Folge der Halbmondkrümmung der Joche sich nur nach innen öffnen, mehr oder

weniger verengern oder ganz abschliessen; das vordere Thal ist dabei aus einfachem Grund immer offener als das hintere.

Mit Palaeotherium hat die Ausdehnung der Schmelzbänder gewissermassen ihr mögliches Ende erreicht, da die bei Rhinoceros angedeutete Verästelung derselben, soviel wir bis jetzt wissen, auffallend wenig weiter geführt wird.

Dafür sehen wir innerhalb des Umfanges des frühern Genus Palaeotherium zwei neue Modificationen des Planes auftreten, von denen die eine weiter verwerthet wird in der Reihe der Wiederkauer, die andere in der Reihe der Pferde.

Wir verweisen für die letztere, obschon sie durch den hohen Grad von Complication, den sie erreicht, noch grösseres morphologisches Interesse hat, als diejenige der Wiederkauer, auf die einlässliche und durch reichliche Abbildungen veranschaulichte Erörterung in der erwähnten Schrift (Pg. 19 u. f. für obere, Pg. 44 u. f. für untere Zähne) und verfolgen direct unsere Strasse nach dem Wiederkauer.

Auf derselben stossen wir schon bei Palaeotherium curtum und dem Subgenus Paloplotherium auf die Ablösung des Innnenpfeilers des Vorjochs oberer Backzähne zu einem selbstständigen Hügel (s. Fig. 58 meiner eocänen Säugethiere aus dem Gebiete des schweizerischen Jura.) Diese Abtrennung ist noch vollständiger bei Anoplotherium (s. unten Tab. I. Fig. 1.), wo auch die Halbmondbildung der beiden Joche stärker ausgesprochen ist als bei irgend einer Species vom Palaeotherium.

Hiermit sind wir auch bereits in den Bereich des Wiederkauerzahnes eingetreten, der in allen seinen Modificationen sich von dem an die übrigen Ungulata anknüpfenden Plan von Anoplotherium und den benachbarten Formen ableiten lässt.

Bei Anoplotherium und Dichobune sehen wir nämlich bereits den Anschluss der hintern Hörner der halbmondförmig gekrümmten Querjoche, wenigstens des hintern an die Aussenwand, wodurch die beiden Querthäler zu mehr oder weniger abgeschlossenen Sichelgruben oder Marken, oder aus ursprünglich seitlichen Buchten oder Thälern zu scheinbar von der Kaufläche aus entstandenen Einstülpungen umgewandelt werden. Allein hier beginnen überdies jene Abgliederungen von selbstständigen kleinen Pfeilern der Querjoche, welche für das Verständniss des Wiederkauers von so grossem Interesse sind. An Anoplotherium betrifft diese Isolirung eines Innenpfeilers nur das vordere Querjoch (s. Anopl. commune unten Tab. I. Fig. 1., und in noch viel stärkerem Maasse bei Anoplotherium sivalense Fig. 1. Pl. II. Proc. Geol. Soc. Vol. IV.) Bei Dichobune, ja selbst bei grossen Zähnen des Anoplotherium commune kann sie sich auf beiden Querjochen wiederholen (Dichobune Robertiana Fig. 77. Eocäne Säugethiere), obschon sie auf dem

hintern dann stets sehr untergeordnet bleibt. Bei Anchitherium und Hippotherium bildet die gleichmässige Spaltung beider Joche dann das Hauptmerkmal des Zahntypus.

Wie schon Owen angenommen hat (Odontography p. 532), bildet der isolirte Innenpfeiler des Vorjochs von Anoplotherium den Ausgangspunkt für die von der Zahnbasis anhebenden Warzen oder Säulen, welche sich bei vielen Wiederkauern und vornehmlich bei Bovina an der Oeffnung des Querthales vorfinden und in der Usurfläche oft einen erheblichen Lappen ausmachen (meiste Figuren von Tab. II.).

Allein hier kömmt eine fernere Bildung in Betracht, welche leicht zu Verwechslungen mit jenen accessorischen Säulen führen kann; es sind dies die Verdickungen der Zahnbasis, welche unter dem Namen Basalwulst namentlich bei Omnivoren vielfach bekannt sind und die am Eingang des vordern Querthales häufig in Warzen und selbstständige Säulen anschwellen, die schliesslich jenen oben erwähnten, weit inniger zum Zahnkörper gehörenden abgelösten, nicht zugefügten Säulen sehr ähnlich sehen können. Solche Warzen des Basalwulstes besitzt in der Nähe von Anoplotherium namentlich Dichobune, und auf sie führte ich in der hier zu Grunde gelegten Arbeit sämmtliche ähnliche Bildungen zurück, welche sich fast allgemein bei Hirschen, spärlicher bei Antilopen, nur ausnahmsweise bei Schafen und Ziegen finden. Wir werden auf diese Frage zurückkommen, um hier vorerst noch die Ableitung des Unterkieferzahnes von dem Ungulatentypus zu gewinnen.

Hintere Backzähne des Unterkiefers.

Wie am Oberkiefer, so dient auch am Unterkiefer der Zahn von Palaeotherium als Ausgangspunkt für 2 Reihen paralleler Bildungen mit scheinbar sehr verschiedenen Endpunkten, nämlich für die Reihe der Wiederkauer und für diejenige der Pferde.

Der Wiederkauertypus, durch den scheinbaren Besitz einer Innenwand am meisten von der Grundform abweichend, entwickelt sich wieder aus Anoplotherium; die Molaren dieses Genus bestehen zwar noch wie bei Palaeotherium aus zwei halbmondförmigen Querjochen (unten Tab. I. Fig. 9.), von welchen das vordere vollständiger ausgebildet ist als das hintere. Die beiden ursprünglichen Innenpfeiler der zwei Querjoche (*aa. b.*) sind sehr stark ausgebildet, am hintern Querjoch weit stärker als bei Palaeotherium, und erheben sich als hohe Spitzen weit über die übrige Oberfläche des Zahnes. Allein dazu kommt noch ein dritter starker Gipfel *a*, der bei Palaeotherium nur schwach angedeutet ist; er vertritt das nach vorn eingerollte Horn des vordern Halbmondes oder den ursprünglichen Aussenpfeiler des vordern Joches. Wie bei Palaeotherium ist dabei der Mittel-

gipfel *aa.* schwach zweilappig: allein diese Zweitheilung wird erst recht deutlich an dem hintersten Praemolarzahn P. 1 (s. Cuvier, Oss. foss. III. Pl. XI. Fig. 8., Pl. XLVII. Fig. 1.). P. 1. von Anoplotherium repräsentirt so, wie sich bald zeigen wird, den Wiederkauertypus schon vollkommen, während die Molaren noch auf der Stufe von Palaeotherium stehen, und P. 2 das wesentliche vom Wiederkauertypus auch schon verloren hat.*)

Am Pferdezahn, der dem Wiederkauer noch näher steht als derjenige von Anoplotherium, entwickelt sich des fernern, wie in der besprochenen Schrift einlässlich erörtert wird, der zweilappige Mittelgipfel *aa* des Anoplotheriumzahnes oder der Innenpfeiler des Vorjochs zu der mächtigen Doppelschlinge *aa* Fig. 13 Tab. I., die auf der Kaufläche den grössern Theil der Innenseite einnimmt und die beiden Marken oder ursprünglichen Thäler von einander trennt, welche in Folge des Anschlusses der beiden Joche sich nur noch nach der Innenseite öffnen.

Allein dasselbe zeigt sich auch beim Wiederkauer: nur ist hier blos der Innenpfeiler des vordern Querjochs so mächtig entwickelt und zweitheilig, während er am Nachjoch, wo er beim Pferd ebenfalls getheilt ist, einfach bleibt (vergl. *B.* Fig. 13 und 14. mit *B.* Fig. 15. 16) und überdies besitzt dann der Wiederkauer an M. 3 bekanntlich einen wohlausgebildeten dritten Halbmond, der beim Pferd nur angedeutet ist.

Diese innere Structuridentität unterer Backzähne von Pferd und Wiederkauer tritt unter letztern vielleicht am deutlichsten hervor beim Rennthier, weil hier der grosse Doppelpfeiler der Innenseite im geringsten Maass Verwachsungen mit der Nachbarschaft eingeht, während in der Mehrzahl der Wiederkauer einige solcher Verwachsungen so typisch werden, dass schliesslich auch an Unterkieferzähnen eine Art Innenwand entsteht, welche die Aussenwand oberer Molaren zu wiederholen scheint, obschon sie durchaus verschiedene Entstehung und Bedeutung hat. Letztere ist ein primitiver und constanter Theil des Zahnkörpers, erstere ein blosses Resultat von ausgedehnter Verschmelzung sehr secundärer Zahntheile.

Eine genaue Vergleichung von Keimzähnen, deren Schmelzblech noch die ursprünglichen Fältelungen der Zahnpulpe sehen lässt, zeigt nämlich, dass sich beim Wiederkauer die an der Innenseite des Pferdezahnes offen bleibenden Ausgänge der beiden ursprünglichen Querthäler 1 und 2 (Fig. 13, 14 etc.) ganz oder grösstentheils schliessen, durch

*) Bei manchen Dichobunen, für die ich in diesem Falle den Namen Diplobunen vorgeschlagen, verschmelzen dann die beiden vordern Gipfel (*a* und *aa*) des Anoplotheriumzahnes in einen Gipfel und führen so über zur Bildung des vordern Innenhügels der omnivoren Ungulaten, innerhalb welcher noch Hyopotamus Gresslyi und Archaeotherium diesen Gipfel zweispitzig zeigen. Cf. Foss. Pferde, pag. 60. 61.

Verwachsung der einander schon beim Pferd fast bis zur Berührung entgegengerollten Falten *a.* und *aa.*, sowie, obschon nur theilweise, auch durch Verschmelzung der hintern Falte von *aa.* mit dem einfach bleibenden Hinterrand von *B.* Die beim Pferd offenen Buchten oder Querthäler 1. 2. werden hiedurch zu den bei höheren Graden der Abtragung meist allseits geschlossenen halbmondförmigen Marken 1. 2. (Fig. 15) des Wiederkauers, oder mit anderen Worten, die beim Pferd an der Innenseite noch wie etwa bei Palaeotherium offenen Querthäler werden zu blinden und zipfelartigen Einstülpungen beim Wiederkauer. Das Schmelzblech ist also beim Pferd von der Innenseite her eingestülpt, wie ein in starke Zickzackfalten gelegtes Band; beim Wiederkauer erscheinen durch seitliche Verwachsung jener Falten die Einstülpungen als wie von oben her eingedrungen, als eingestülpte Marken, wie an den Schneidezähnen des Pferdes, deren Marken übrigens vollkommen ähnlicher Entstehung sind; denn diese Zähne sind in Wahrheit nicht von oben, sondern ursprünglich von der Seite her eingestülpt, indem sich die Seitenränder des doppelten Schmelzbandes, vornehmlich der vordere, so weit rückwärts rollen, bis sie auf der Rückseite des Zahnes zusammenstossen und also den innern Hohlraum schliessen, vollkommen ähnlich wie an hohlen Giftzähnen von Schlangen, bei welchen nur die Marke unten offen bleibt, während sie sich am Schneidezahn des Pferdes frühe unten schliesst.

Der Beleg für diese Erklärung der Marken oder Sichelgruben unterer Wiederkauerzähne liegt darin, dass auch beim Pferde das vordere Querthal 1 durchaus nicht selten theilweise geschlossen angetroffen wird, und dass hinwiederum häufig die Marke der Wiederkauer eine spaltförmige Oeffnung nach der Innenseite des Zahnes behält. Dies ist bei Hirschen sogar Regel für die hintere Marke, welche erst bei hohen Graden der Abtragung nahe an der Basis des Zahnes geschlossen, oben aber offen ist; allein an jungen Zähnen sieht man meistens selbst beide Marken offen. (s. Alces und Giraffa Owen Odontography, Pl. 134. Fig. 6. 7) An den Praemolaren ist dies Verhalten sogar Regel für alle Wiederkauer (unten Tab. I. Fig. 12, 16, 17, 18, 19).

So bildet denn der Unterkieferzahn des Wiederkauers, soweit dies bei der primitiv verschiedenen Anlage möglich ist, eine vollkommene Parallele zu der Bildung seines Oberkieferzahnes; ein Molarzahn besteht wesentlich aus dem Vorderjoch mit zweiästigem hintern oder ursprünglich innerem Pfeiler, der eine Innenwand für den ganzen Zahn bildet, und aus dem sehr reducirten Hinterjoch.

Dem Vorderjoch des Tapirzahnes entsprechen dabei beim Wiederkauer folgende Theile: erstlich der äussere Halbmond A (in M. 2 Fig. 15), der auch bei Palaeotherium und Anoplotherium

am stärksten entwickelte Theil des Jochs; zweitens sein vorderes, wie bei Anoplotherium und Equus nach einwärts gerolltes oder hier nach einwärts geknicktes Vorderhorn *a.*, drittens, sein in zwei starke Lappen, ähnlich wie beim Pferd, allein schon spurweise bei Palaeotherium getheiltes Hinterhorn *aa.* Zwischen dem Vorder- und dem Hinterhorn bleibt die Marke 1, das frühere Querthal, beide Hörner des vordern Halbmondes bilden zusammen die scheinbare Innenwand des Zahnes, welche in zwei ziemlich gleiche und coulissenartig hinter einander stehende Hälften zerfällt; die ganze Hinterhälfte der Innenwand entspricht der hintern Schlinge des Doppellappens *aa.* des Pferdes; die Vorderhälfte ist gebildet aus einer mehr oder weniger vollständigen Verwachsung der vordern Schlinge des eben genannten Doppellappens und dem vordern eingerollten Horn *a*, das wohl immer einen wenn auch oft geringen Antheil an der Bildung der Innenwand *aa* nimmt. Der ursprüngliche Ausgang des Thales 1 liegt also an irgend einer Stelle der Vorderhälfte der Innenwand, allein in Folge der über die Coulissenstellung noch hinaus gehenden Trennung des Doppellappens *aa* findet sich nun häufig ein neuer Ausgang der Marke in der Tiefe jener Coulisse. Nur an Praemolaren liegt der Ausgang stets an der normalen Stelle, und diese Zähne liefern auch desshalb den evidentesten Beleg zu der eben gegebenen Deutung, so sehr diese in manchen Fällen eine gezwungene zu sein scheint.

Das hintere Joch des Tapirzahnes ist lediglich repräsentirt durch den Halbmond *B*; derselbe entbehrt fast gänzlich des Doppellappens seines Hinterhornes (*bb*), der beim Pferd so sehr ausgebildet war und dem auch noch bei Anoplotherium der hinterste der drei Gipfel des Zahnes angehörte; nur eine schwache Spur einer solchen Gablung des Hinterhornes zeigt sich an Keimzähnen wohl aller Wiederkauer. Der dritte Lappen an M. 3. ist in seiner Gesammtheit eine neue Zufügung.

Auch aus einem Pferdezahn lässt sich derjenige des Wiederkauers somit ableiten, indem wir z. B. in Fig. 14 die Schmelzschlingen *a* und *aa* zusammenfliessen lassen und überdies die Schlinge *bb* unterdrücken; dadurch wird das vordere Querthal 1 in Fig. 14 zur geschlossenen Marke 1. in M. 2. Fig. 15, während das hintere Querthal 2 Fig. 14 dann nach hinten mehr oder weniger offen bleibt, wie in Fig. 15 An stark abgetragenen Hirschzähnen, z. B. vom Rennthier, wo die beiden Coulissen der Innenwand eine gemeinsame Usurstelle bilden, ist die Aehnlichkeit mit Pferdezähnen überraschend; und wenn bei letztern, wie dies bei hohen Graden der Abnutzung eintritt, die Doppelschlinge *bb* ganz verschwunden ist, so ist schliesslich die Zusammensetzung beider identisch.*)

*) Ein einziger Punkt dieser vergleichenden Darstellung des Baues des untern Kieferzahnes vom Wiederkauer scheint mir vielleicht eine Controverse zuzulassen. Dass das ganze Nachjoch des Tapir- oder

Die Basalwarzen und accessorischen Schmelzsäulchen, die bei Wiederkauern so häufig in den Buchten an der Aussenseite des Zahnes stehen, finden bei den übrigen Ungulaten kein Analogon, als höchstens in der Rubrik der Basalwarzen, welche auch bei Anoplotherium und Palaeotherium gelegentlich vorkommen. Auch stehen sie in der That an Unterkieferzähnen durchwegs ursprünglich, bei Hirschen selbst zeitlebens, frei, als blosse Verstärkungen der Zahnbasis. Sie sind also wohl physiologische Analoga der ähnlichen Säulchen an Wiederkauern, als deren Antagonisten sie wirken, allein keineswegs deren anatomische Homologa, ausgenommen bei Hirschen, wo wir auch die Nebensäulchen der Oberkieferzähne in die Rubrik der Basalwarzen verweisen mussten. Aus demselben Grunde finden sie sich, wie dies z. B. schon Giebel beim Damhirsch bemerkt hat, hier und da nur am Oberkiefer, während sie am Unterkiefer fehlen oder doch weit mehr Variationen unterworfen sind, und auch für das umgekehrte Verhalten findet sich ein Beispiel an Moschus moschiferus.

Für unsere Zwecke ergiebt sich daraus die Lehre, diesen accessorischen Säulchen der Unterkieferzähne nicht zu viel systematisches Gewicht beizulegen; sie gehören in viel geringerem Maasse zum Typus des Zahnes, als die freilich ähnlichen Bildungen an Oberkieferzähnen. Bei Hirschen sind sogar beide, Ober- und Unterkiefersäulchen, nur als Gebilde des Basalwulstes zu betrachten, ähnlich etwa wie die bei omnivoren Hufthieren, vor Allem bei den Schweinen so reichlich ausgestreuten Warzen des Basalwulstes.

Palaeotheriumzahnes lediglich durch den hintern der beiden Aussenpfeiler, d. h. durch das Sichelprisma *B* in Fig. 15, repräsentirt ist, und somit der ganze übrige und weit bedeutendere Betrag des Zahnes, d. h. der vordere Aussenpfeiler *A*, mit der gesammten scheinbaren Innenwand zum Vorjoch gehört, steht ausser allem Zweifel. Oeffnet sich doch ohne alle Ausnahme das hintere Querthal 2 am hintern Zahnrand, zwischen *B* und der Innenwand und findet man, — ein unwiderlegbarer Beweis dieser Deutung, — in fœtalen Kiefern häufig das Nachjoch *B* wirklich noch selbsständig, noch nicht mit *A* verbunden, so dass also die zwei Joche, das kleine *B* und das grosse *A*, mit sammt der vollständigen Innenwand zwei getrennte Stücke darstellen. Fraglich kann dagegen scheinen, ob das vordere Querthal 1. sich am Vorderrand des Zahnes öffnet, oder in der Mitte der sogenannten Innenwand, wie dies namentlich die erwachsenen Zähne in Fig. 15 darzulegen scheinen; oder mit anderen Worten, ob die ganze Innenwand oder die beiden innern Pfeiler der innern Doppelschlinge *aa* des Pferdezahnes entspricht, oder ob nicht vielmehr der vordere Innenpfeiler als rückwärts geknicktes Vorderhorn von *A* zu betrachten ist. An den zahlreichen Keimzähnen von Schaf, Ziege, Reh, Hirsch, Rind, Lama etc., die ich in dieser Beziehung untersuchte, konnte ich in der That niemals das Stadium auffinden, wo das vordere Querthal sich noch an der hier supponirten normalen Stelle öffnete; die Verwachsung der Falte *a* mit der Doppelfalte *aa* des Pferdezahnes, oder der Schluss des vordern Querthales erfolgt demnach äusserst früh; nichtdestoweniger zeigt sich bei vielen Hirschen an der Kaufläche von Molaren dieser vordere Thalausgang noch lange offen, und namentlich scheint mir das Verhalten der Praemolaren nicht nur beim Rennthier (Fig. 12), wo es geradezu mit dem Pferd identisch ist, sondern fast durch alle Wiederkauer entscheidend zu sein für die hier vertretene Ansicht.

Für die specielle und als Beleg der richtigen Deutung nicht unwichtige Parallelisirung aller einzelnen Zahn-Elemente von Pferd und Wiederkauer wieder auf Pg. 55, 56 der frühern Arbeit verweisend, wiederhole ich hier nur die Analogien, welche sich innerhalb des Wiederkauerzahnes zwischen den Gebilden von Ober- und Unterkieferzähnen aus der vorhergehenden Untersuchung ergeben. Abgesehen von den schon berührten Analogien der Joche und Thäler in beiden Zahnarten, entspricht der abgelöste Lappen des Vorjochs *b* Fig. 1. dem abgelösten Lappen des Vorjochs oder der hintern Schlinge des Doppellappens *aa* in Fig. 9; ebenso das Schmelzsäulchen *b* in Fig. 7 etc. der hintern Hälfte der scheinbaren Innnenwand *aa* in Fig. 15. Es wäre daher sehr unrichtig, die Aussenwand des Oberkieferzahnes vom Wiederkauer der Innenwand des Unterkieferzahnes vergleichen zu wollen.*)

Vordere Backzähne des Oberkiefers.

Wichtiger noch als die hintern Backzähne erweisen sich bei Wiederkauern die Praemolaren, indem hier bei den verschiedenen Gruppen grössere Abweichungen der Bildung vorkommen, als in den Molaren. Auch hier muss aber die Analyse dieser Zähne, die an dem angeführten Orte schon durchgeführt worden ist, zur richtigen Deutung führen.

Schon Cuvier und Owen wiesen auf das wichtige Verhalten hin, dass bei unpaarigfingrigen Ungulaten sämmtliche Kieferzähne des erwachsenen Alters einander gleichartig sind, während bei paarigfingrigen die Ersatzzähne nur Hälften ihrer Vorgänger, der Milchzähne, oder auch der Molaren zu bilden scheinen.

Auch hier lehrt uns zwar die Kenntniss von Anoplotherium, Dichodon, Nesodon etc., dass eine ununterbrochene Reihe von Modificationen eines und desselben Zahntypus die so verschiedenen definitiven Formen vom hintersten Backzahn bis zum vordersten Schneidezahn verbindet. Allein abgesehen von diesem theoretischen Urtheil zeigen wirklich die Genera Tapirus, Hyrax, Rhinoceros, Equus, Palaeotherium factisch nur geringe Abwechslungen der einzelnen Zähne der ganzen Kieferreihe, und selbst

*) Ich erwähne hier gelegentlich des vollkommen ausnahmsweisen, aber desshalb doch nicht unwichtigen Falles von vier Molaren im Unterkiefer. An einem Schädel von Lama (Auchenia Lama) unserer Sammlung findet sich hinter dem vollkommen normal ausgebildeten hintersten Backzahn noch ein vierter, diesem vollständig gleich gebildeter, d. h. auch dreitheiliger Backzahn eben im Durchtritt. Am Oberkiefer liegt hinter M. 3 ebenfalls noch eine Alveole für einen kleinen, aber nicht mehr erhaltenen Zahn M. 4. Es liegt somit hier unter placentalen Säugethieren ein Fall vor mit der typischen Zahnformel von Beutelthieren.

der vorderste stellt nur eine weitgehende Reduction eines ganzen Backzahnes dar, ein Verhaltniss, das kurz durch die Formel $M = P = D$ ausgedrückt werden kann.

Unter der viel grösseren Reihe der Hufthiere mit reducirten Praemolaren zeigen die Omnivoren im Oberkiefer im weitesten Sinne des Wortes Praemolaren, welche sich durch Verkümmerung des hintern Querjochs der Molaren von diesen letztern unterscheiden. Cf. Foss. Pferde pag. 30.

Die auch hier eigenthümliche Gruppe der Wiederkauer ist in ihrer Praemolarreihe charakterisirt durch eine ähnliche Reduction der Analoga der hintern Zahnhälfte; allein dieselbe verschmilzt gleichzeitig innig mit der unverkümmert bleibenden Vorderhälfte. Sie wird auch wieder eingeleitet durch Anoplotherium. Der hinterste Praemolarzahn bildet hier einen einfachen geschlossenen Halbmond (vergl. unten Fig. 3. P. 1. mit Fig. 1. M. 1.); man sollte glauben, dass er dem ähnlich ausgebildeten d. h. dem hintern Halbmond seines Nachbars M. 1. entspreche: allein diese Deutung wäre offenbar unrichtig. Der Zahn P. 1. entspricht vielmehr hauptsächlich der vordern Zahnhälfte von M. 1., denn er besitzt den abgelösten Innenpfeiler *b* dieser Hälfte, wenn auch nur in der sehr reducirten Form eines nach vorn und innen absteigenden Sporns oder Schmelzkante *b* Fig. 3. Die hintere Hälfte von M. 1. ist an P. 1 unterdrückt bis auf eine ganz geringe Spur, die nur noch eine Art von Basalwulst darstellt, *C* Fig. 3. Weit stärker ist dieser rudimentare Halbmond ausgebildet an dem zweitletzten Praemolarzahn, *C* Fig. 4., sowie an dem drittletzten. Dabei scheint die Aussenwand, wenn auch sehr verkürzt, doch in ihrer Gesammtheit in diesen Zähnen vertreten zu sein, da sonst ihre an allen Praemolaren sichtbare Mittelkante, welche ja in den beiden Hälften der Aussenwand der Molaren vollständig fehlt, keine Erklärung fände. Ein ähnliches Ergebniss bietet Anoplotherium (Chalicotherium) sivalense (Falconer, Proc. Geol. Soc. 1856) und Anoplotherium grande (Blainville, Anopl. Pl. III.).

Obgleich in Volumen und Form Molarhälften entsprechend sind daher die Praemolaren von Anoplotherium nichts destoweniger wesentlich aus Aussenwand und Vorjoch von Molaren gebildet, mit unterdrücktem Nachjoch; nach vorn hin dominirt dann die Aussenwand fast ausschliesslich, bis endlich im vordersten Backzahn und in den nur durch Reducirung der einen Wurzel verschiedenen Caninen und Incisiven alle Spuren der beiden Querjoche unterdrückt sind.

Noch concentrirter erscheint wenigstens der hinterste Praemolarzahn bei Xiphodon, Amphitragulus, Oreodon, sowie bei einer grossen Zahl unserer heutigen Wiederkauer, namentlich der Cavicornia.

Allein auch hier wäre eine Vergleichung von Praemolaren mit Hälften von Molaren unrichtig; den Schlüssel zu richtiger Beurtheilung des gegenseitigen Verhältnisses geben namentlich die Hirsche, die uns gleichzeitig den für die grosse Mehrzahl der Wiederkauer gültigen Plan vorführen.

Wie in der grossen Mehrzahl der Hufthiere ist auch hier der hinterste Ersatzzahn, P. 1, der relativ kürzeste der ganzen Oberkieferreihe, ja in dem vorliegenden und vielen andern Fällen ist dieser Zahn selbst der absolut kürzeste und scheint wirklich einem halben Molarzahn durchaus gleichwerthig zu sein. Untersuchen wir indess einen solchen Zahn im unverletzten Zustand, bevor er das Zahnfleisch durchbrochen hat, so sehen wir wieder, dass er einem vollständigen Molarzahn entspricht, an welchem nur die hintere Hälfte sehr reducirt und mit der vordern verschmolzen ist.

Ein solcher Zahn, P. 2, ist unten in Fig. 5 dargestellt, und zwar aus derselben rechten Seite des Oberkiefers, wie der Anoplotheriumzahn Fig. 3, so dass also die directe Vergleichung möglich ist, sowie auch mit dem Molarzahn (M. 2) desselben Thieres, Cervus Elaphus, der in Fig. 2 dargestellt ist. Hier finden wir, dass die Aussenwand des Praemolarzahnes Fig. 5 allerdings zum grössern Theil der vordern Hälfte der Aussenwand von Fig. 2 entspricht, und auch deren Mittelkante trägt; allein das hintere Drittheil der Aussenwand in Fig. 5 entspricht der hintern Zahnhälfte von Fig. 2 und besitzt auch, obschon nur sehr schwach angedeutet, eine Mittelkante. Eine vorstehende Schmelzkante bezeichnet auf der convexen (innern) Seite der Aussenwand genau die Grenze zwischen den beiden ursprünglichen Zahnhälften.

Noch deutlicher ist diese Concentrirung der beiden Hälften von Molaren auf der Innenseite des Zahnes. Auch hier ist der vordere Halbmond von Molaren durch die vordern zwei Drittheile des scheinbar einzigen Halbmondes des Vorderbackzahnes repräsentirt, während das letzte Drittheil dem hintern Querjoch angehört. Von den zwei Schmelzfalten, welche in die ungetheilte Höhlung des Zahnes hinabsteigen, gehört die grössere und hintere dem Nachjoch an, als dessen vorderes Horn, die kleinere und vordere dem Vorjoch; sie entspricht der ähnlichen Falte in der Vorderhälfte des Molarzahnes, deren Natur oben erörtert worden ist. Die genaue Grenze zwischen vorderer und hinterer Hälfte ist auf der Innenseite des Zahnes bezeichnet durch eine scharfe Kante, welche den Zahnrand erreicht mitten zwischen den zwei soeben genannten Schmelzfalten.

P. 3 ist dann eher wieder gestreckter; am weitesten geht aber diese Reduction der Praemolaren bei Kameelen, wo P. 1 zwar noch ziemlich wie P. 1 vom Hirsch sich verhält

und kaum eine Spur einer hintern Zahnhälfte wahrnehmen lässt, P. 2 dagegen weit mehr verkümmert ist und P. 3 im erwachsenen Zustand ganz fehlt.

Auch das Verhalten der Wurzeln von Praemolaren spricht für die obige Deutung dieser Zähne. Es gilt also als Resultat für sämmtliche Wiederkauer, dass ihre Praemolaren nicht etwa ausschliesslich, sondern nur vorzugsweise, den vordern Hälften der Molaren entsprechen, während die hintern Hälften der letztern reduzirt als undeutlich abgegrenzter Anhang der Vorderhälften erscheinen.

Zur Darlegung dieser Verhältnisse wurde absichtlich ein leicht zugängliches Object, das Gebiss vom Hirsch, benutzt. Allein einen noch deutlichern Beleg für die obige Anschauung liefert Moschus moschiferus, wo der hinterste Praemolarzahn, obschon im Verhältniss zu Molaren nicht weniger verkürzt als bei Cervus, doch noch weit merklicher die gesammte Aussenwand von Molaren enthält, indem auch die hintere Mittelkante sehr deutlich ist.

Die Tragulina nebst Hyemoschus weichen dann insofern von Moschus ab, dass nur der hinterste Praemolarzahn noch dem heutigen Wiederkauertypus folgt; die zwei vordersten Praemolaren bilden schneidende Zacken wie bei Anoplotherium und wie bei diesem wesentlich nur aus der Aussenwand von Molaren gebildet, vielleicht mit angeschmolzenen Theilen des Vorjochs; im letzten Fall wären diese Zähne auch den vordern Praemolaren der Schweine gleich gebildet.*)

So sehr nun auch diese Deutung der obern Praemolaren sich bei dem sibirischen Moschusthiere und selbst noch bei Hirschen im Allgemeinen aufdrängt, scheint sie doch fast unhaltbar, wenn wir sie auf viele Cavicornia mit sehr verkürzten vordern Backzähnen anwenden, wie auf Rinder, und namentlich auf Schafe und Ziegen, wo durchweg der Praemolarzahn wirklich nur einen halben Molarzahn darzustellen scheint. Auch ist zuzugeben, dass hier überall gewiss vornehmlich nur die vordere Hälfte der Molarzähne in den Vorder-Backzähnen vertreten ist; allein durchgeht man die grosse Reihe der Antilopen, so finden sich gar nicht selten an jüngern, noch nicht abgetragenen Praemolaren unabweisbare Spuren, dass die hintern Hälften der Molaren doch noch, wenn auch immer in sehr precärer Weise, vertreten sind, so dass obige Deutung der Prämolaren doch für die ganze Gruppe der Wiederkauer theoretische Geltung beanspruchen kann. Solche Fälle sah ich bei Antilope bubalis, Koba, leucophaea, nigra, picta etc.

*) Hierauf hat schon Turner mit vollkommenem Recht hingewiesen. Proc. Zool. Soc. of London. XVII. 1849. S. die Abbildungen dieser Gebisse in der Abhandlung von Alph. Milne-Edwards Ann. Sc. Nat. 1864 Pl. VIII - XI.

Auch die Lamas bieten Belege für diese Ansicht, und auch unter Rindern sah ich einzelne Fälle der Art durchaus nicht selten (so bei Anoa, Bubalus, Ovibos, Taurus, s. unten Fig. 6, 20, 45, 49). Waren doch in einzelnen Fällen (Fig. 6 von Taurus etc.) selbst unzweideutige Spuren von der Anwesenheit der accessorischen Säule von Molaren, und hinter dieser ebenso unverkennbare Reste eines sehr verkümmerten hintern Innenpfeilers mit selbstständigem Gipfel vorhanden; so am deutlichsten jeweilen an P. 1, weniger an P. 2, während an dem gestrecktern aber dafür seitlich mehr comprimirten Zahn P. 3 diese Spuren, wenn auch mehr verzerrt, fast durchweg wieder stärker auftreten; doch immer nur an noch unverletzten Zähnen, da die Usur diese Spuren immer bald verwischt.

Milchzähne des Oberkiefers.

Die Uebereinstimmung, welche im Verhalten von Praemolaren bei Anoplotherien und heutigen Wiederkauern sich ergab, ist in dem Milchgebiss dieser Thiere weit weniger scharf ausgesprochen. Anoplotherium, Dichobune und unter den heutigen Wiederkauern das ganze Genus Tragulus verhalten sich nemlich in Beziehung auf das Milchgebiss vollkommen wie die Schweine. Das kleine Moschusthier von Sierra Leone bietet hier den Ausgangspunkt für die Beurtheilung der wenig bekannten Milchbezahnung von Anoplotherioiden. Der Schädel, der mir von jenem merkwürdigen heutigen Wiederkauer vorliegt, sowie ein Schädel gleichen Alters von Moschus (Tragulus) Kanchil aus Java,*) besitzt im Oberkiefer fünf sichtbare Zähne, den hintersten erst im Durchbruch begriffen; im Unterkiefer ebenfalls fünf, allein oben und unten mit einer schon sichtbaren Alveole eines hintersten sechsten Zahnes. Der drittvorderste Zahn des Unterkiefers erweist sich durch den Besitz dreier Halbmonde sofort als hinterster Milchzahn und lässt nach seiner Stellung zu der Zahnreihe des Oberkiefers auch mit Sicherheit den hintersten Milchzahn des letztern erkennen; eine Vergleichung mit Hirschschädeln gleichen Alters sichert die Beurtheilung vollends und zeigt, dass auch Moschus aquaticus an beiden Kiefern drei Milchzähne besitzt. Der hinterste derselben entspricht vollkommen einem Molarzahn, mit dem kleinen aber höchst wichtigen Unterschied, dass er auf dem vordern Querjoch einen kleinen Zwischenhügel besitzt, der nur um weniges enger mit dem Innenpfeiler

---

*) Seit 1863, wo diese Zeilen geschrieben wurden, konnte ich alle diese Thatsachen auch bestätigen für Tragulus javanicus, Stanleyanus und eine neue Art von Borneo (im Museum von Leyden). Die Arbeit von A. Milne-Edwards, dem ein noch weit reicheres Material zu Grunde lag, übergeht leider das Milchgebiss dieser Thiere, einen der merkwürdigsten Punkte ihrer Organisation, vollständig.

dieses Joches verbunden ist, als an dem entsprechenden Zahn im Milchgebiss von Anoplotherium secundarium (Oss. foss. III, Pl. LVIII Fig. 6, Pl. XLIV Fig. 5, Pl. XLVII Fig. 13), der, wie wir sehen werden, im Cuvier'schen Text pag. 396 unrichtig als M. 1 bezeichnet ist.

Der zweite Milchzahn von Moschus aquaticus ist von dreieckiger Gestalt und besteht aus einer durchaus normalen Hinterhälfte eines Molarzahns und aus einer in die Längsachse des Kiefers gestellten Vorderhälfte; er besitzt eine sehr lange schneidende und zweizackige Aussenwand, deren vorderstes Dritttheil beurtheilt werden könnte als ein vorderes Querjoch, das statt nach innen, nach vorn gewendet ist, allein wohl richtiger als eine stärkere Ausbildung der bei Molaren nicht fehlenden vordersten Schmelzfalte der Aussenwand angesehen wird, so dass das vordere Querjoch diesem Zahn in Wahrheit abgeht, vollkommen wie beim Schwein. Der vorderste Milchzahn besitzt nur eine dreizackige Aussenwand, mit welcher ein rudimentäres Nachjoch so eng verbunden ist, dass seine Usurfläche mit derjenigen der Aussenwand vollständig verschmilzt, wiederum entsprechend dem analogen Zahn im Milchgebiss des Schweines.

Moschus (Tragulus), Kanchil und die übrigen oben genannten Arten folgen bis ins Einzelste dieser Darstellung.

Durchaus dasselbe Verhalten finden wir nun in den angeführten Abbildungen des Milchgebisses von Anoplotherium secundarium und in dem von Blainville abgebildeten aber sehr unrichtig beurtheilten Schädel von Dichobune leporina (Anoploth. Pl. VI.)*), welcher sich in der gleichen Altersstufe befindet, wie unsere Schädel von Hyemoschus und Tragulus, und sich von dem letztern lediglich durch den Besitz eines fernern, vordersten Milchzahnes D. 4 unterscheidet, der noch mehr comprimirt ist als D. 3 von Hyemoschus. Da nun D. 4 bei Dichobune leporina durch eine kleine Lücke von D. 3 getrennt ist, so lassen die Cuvier'schen Abbildungen von Anoploth. secundarium im Zweifel, ob diese Species einen vierten Milchzahn besass; sollte dies nicht der Fall sein, so entspricht das Milchgebiss dieser Species so vollkommen demjenigen der genannten Moschusarten, dass ein Palaeontolog durchaus gerechtfertigt wäre, welcher, fände er das letztere fossil, es einer kleinen Anoplotheriumart zuschreiben würde; die erwähnte Cuvier'sche Abbildung Pl. LVIII, Fig. 6 ist in der That eine treue, etwas vergrösserte Darstellung des Milchgebisses von Moschus aquaticus.

Da nun auch das Milchgebiss des Unterkiefers des senegambischen Wiederkauers

*) Der Text, Anopl. pg. 59, schreibt dieses Gebiss einem erwachsenen Thiere zu.

demjenigen der verglichenen Species von Anoplotherium durchaus gleich ist, so liegt uns hier in ähnlicher Weise, wie dies mehrere fossile Säugethierformen thun (Merychippus Leidy etc.), unter lebenden Thieren ein Fall vor, wo Typen, welche sonst nur in historisch weit auseinander stehenden Formen bekannt waren, in dem Entwicklungsplan Einer Species vereinigt sind, denn die Molaren von Moschus aquaticus entsprechen den Molaren heutiger Wiederkauer und nicht denjenigen von Anoplotherium und Dichobune. Agassiz hat solche Typen synthetische genannt, allein während er dieselben theilweise auch gleichzeitig prophetische nennt, weil sie Combinationen enthalten, welche erst später in ihren einzelnen Theilen besonders verwirklichet werden, bieten Moschus aquaticus, Merychippus etc. Beispiele von umgekehrtem, nicht prophetischem, sondern memorativem Charakter, unzweideutige Erinnerungen an eine Stammform.

Das eben geschilderte Verhalten von Hyemoschus und Tragulus lässt nun umgekehrt und, wie mir scheint, mit vollständiger Sicherheit auf die verglichenen Anoplotheriumarten zurückschliessen, und bestätigt die Bezeichnung des hintersten Zahnes in den angeführten Abbildungen bei Cuvier als D. 1 und nicht als M. 1. Ebenso ist es wohl gestattet anzunehmen, dass auch die übrigen Anoplotherium-Arten nebst Xiphodon sich in dieser Beziehung gleich verhalten werden wie Anoplotherium secundarium, wenn überhaupt diese Species nicht, wie mir äusserst wahrscheinlich scheint, nur den Jugendzustand von Anopl. commune darstellt (der Unterschied beruht schliesslich nur in der grossen Annäherung der zwei vordern Innenspitzen an den untern Backzähnen von A. secundar.), eine Annahme, die bekanntlich schon Blainville aufgestellt hat, der auch (in Pl. II, Anoplotherium) den Unterkiefer von Anopl. secundarium Cuv. nebst dem jugendlichen Unterkiefer von Anopl. comm. Cuvier unter dem gemeinsamen ersten Namen zusammenstellt.

Die übrigen Wiederkauer der Gegenwart (sowie ohne Zweifel auch die ganze Zahl der ihnen ähnlichen fossilen Wiederkauer) haben anders gebildete Milchzähne. Am deutlichsten sehen wir hier wieder beim Hirsch, dass seine Milchzähne den Molaren gleich gebildet sind und also aus zwei wohlausgebildeten Zahnhälften bestehen; nur der vorderste Milchzahn weicht hievon insofern ab, als an ihm die hintere Zahnhälfte etwas verkümmert und mit der ungestört entwickelten vordern inniger verbunden ist, ohne indess dabei irgend einen ihrer wesentlichen Theile zu verlieren; auch ist diese Verkürzung von D. 3 oder die Verkümmerung seiner Hinterhälfte weit geringer, als etwa an P. 1, selbst geringer als an P. 3, welchem er sonst sehr ähnlich sieht.*) Moschus sibiricus verhält sich wie

*) Es liegt hierin ein fernerer Beleg für die Richtigkeit der obigen Deutung der Praemolaren. P. 3 ist der am wenigsten verkürzte unter den Ersatzzähnen, D 3 der kürzeste unter den Milchzähnen, und beide haben fast dieselbe Form, obschon sie scheinbar wesentlich verschiedene Typen repräsentiren.

die Hirsche; nur sind seine Milchzähne etwas stärker seitlich comprimirt als bei diesen. Grösser ist dagegen die Verkürzung von D. 3 auf Kosten seiner Hinterhälfte bei Cavicornia, und erreicht ein Maximum bei den Camelidae, vor allem bei dem Lama, dessen vorderster Milchzahn äusserst kurz und nur stiftförmig ist.

Die Resultate dieser Vergleichung der Oberkieferzähne lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Das vollständigste Gebiss in allen Altersstufen, somit das geichförmigste, zeigen die Ungulata imparidigitata, wo Milchzähne, Ersatzzähne und Molaren denselben Typus repräsentiren. (D = P = M.)

Bei allen übrigen Ungulaten behalten nur die Molaren den vollen Zahninhalt; doch sind bei der grossen Mehrzahl der Wiederkauer, nämlich bei allen Cavicornia, bei allen Geweihträgern mit Einschluss der Giraffe, und unter den Hornlosen bei Kameelen und dem Genus Moschus im engern Sinne die Milchzähne noch fast durchweg nach demselben complicirten Plan gebaut: höchstens ist der vorderste Milchzahn in Breiten- und Längenausdehnung reducirt, obschon er noch in den meisten Fällen nichtsdestoweniger den vollen Gehalt eines Backzahnes repräsentirt, ausser etwa bei Kameelen, wo er bei voll ausgebildeten D 1 und 2 äusserst verkümmert ist; die Praemolaren dieser grossen Gruppe sind durchweg in ihrer hintern Hälfte verkümmert, so dass sie grösstentheils nur vordern Hälften von Molaren entsprechen, mit eingeschmolzenen Rudimenten der Hinterhälfte. D = M. P < M.

Einem dritten Plan folgen die Ungulata paridigitata non ruminantia, d. h. die Omnivoren mit Einschluss von Tragulus und Hyemoschus. Den vollen Molargehalt besitzt unter den Milchzähnen nur D 1.; die vordern Milchzähne büssen zunächst das Vorjoch ein (D 2), dann auch das Nachjoch, so dass schliesslich nur eine schneidende Aussenwand zurückbleibt, und ein ähnliches Gesetz beherrscht die Ersatzzähne, an welchen nur der hinterste, P 1 noch dem entsprechenden Wiederkauerzahn identisch ist durch Abortirung des Nachjochs, während P 2, 3 etc. fast nur noch aus Aussenwand bestehen. D und P < M.

Hiedurch bilden aber diese omnivoren Ungulaten eine Mittelstufe zwischen den typischen Herbivoren und den typischen Carnivoren, in weiterer Linie zwischen Ungulata und Unguiculata; die Bildung der Praemolaren, Caninen, Incisiven bei der grossen Abtheilung der Schweine ist ein kräftiger Beleg hiefür; allein auch die Molaren dieser Thiere lassen sich nicht schwer nach den Hockerzähnen der Fleischfresser hin verfolgen.

Den Uebergang vermittelt zunächst, wohl noch besser als die heutigen Omnivoren, die in mehrfacher Beziehung interessante Gruppe von Adapis, Aphelotherium,

Rhagatherium, Chasmotherium. An Adapis vor Allem finden wir bereits die obern Molaren ausgezeichnet durch sehr bedeutende Reduction des hintern Innenpfeilers und durch starke Abtrennung des vordern Innenpfeilers, der sich schliesslich zu der mehr oder minder scharfkantigen Aussenwand verhält wie ein innerer stumpfer Talon. Gerade hierin liegt aber der Charakter der obern Höckerzähne von Carnivoren; dieselben besitzen die zweigipflige Aussenwand und den vordern Innenpfeiler des Hufthieres in wohl ausgebildetem Maasse, allein daneben auch noch, nur auf weit geringere Dimensionen reduzirt, den hintern Innenpfeiler, wie an Procyon, Nasua, allein auch noch am Hund sehr deutlich ist.

Bei Vergleichung der obern Backzähne von Procyon und Rhagatherium kann man sich der Parallelisirung der beiden Innenhügel des einen mit denjenigen des andern Genus nicht entziehen, und von Procyon führt dann eine weitere Reduction des hintern Innenhügels und eine Verstärkung des Basalwulstes bald zu Canis und übrigen Carnivoren.

Was also an Omnivoren nur an D und P geschehen ist, erfolgt nun bei Carnivoren auch an M.

Vordere Backzähne des Unterkiefers.

Die vordern Backzähne des Unterkiefers unterscheiden sich bei Ungulata imparidigitata nicht anders von Molaren, als höchstens durch grössere Länge und seitliche Compression. Alle übrigen Zygodonten besitzen reducirte Praemolaren, wie am Oberkiefer, und zwar verkümmert wieder, wie schon am Oberkiefer, das Nachjoch und namentlich der hintere Innenhügel bei Omnivoren im Allgemeinen (s. Foss. Pferde pag. 65. u. f.) und verschmilzt meistens mehr oder weniger mit den Aussenhügeln, während bei Wiederkauern gleichzeitig die hintere Zahnhälfte mit der vordern verschmilzt.

Auch hier gehen wir am passendsten aus von Anoplotherium. Wir sehen aus den Arbeiten von Cuvier, dass der hinterste Praemolarzahn dieses Genus in Bezug auf das Vorjoch meist noch vollkommener ausgebildet ist als M. 1, indem er die den Wiederkauer so wesentlich charakterisirende Gablung des mittlern Innenpfeilers deutlicher darstellt, als irgend ein Molarzahn (Oss. foss. III, Pl. XI, Fig. 8). Allein das Nachjoch ist gerade an diesem Zahn schon sehr reducirt, indem es nur durch die letzte Falte in der eben erwähnten Abbildung vertreten ist. In den weiter nach vorn liegenden Praemolaren wird sowohl das Vorjoch vereinfacht durch Aufgebung jener Spaltung des Mittelpfeilers, als auch das Nachjoch immer mehr reducirt; so in Fig. 9 derselben Tafel von Cuvier. Dasselbe Verhalten stellt unsere Fig. 10 dar.

Wir finden hier an dem hintersten Praemolarzahn die vordere Zahnhälfte *A* sehr gut ausgebildet und nur den vordersten Innengipfel *a* schwächer als an Molaren; allein das Nachjoch *B* ist höchst reducirt. An dem zweitvordersten Praemolarzahn ist endlich der grosse Mittelgipfel der Molaren *aa* fast verschwunden und bildet nur noch einen niedrigen Kegel an der Innenseite des Zahnes.

Die Ersatzzähne von Tragulus folgen, wie wir bald sehen werden, demselben Plan.

Die Form der Praemolarzähne der grossen Mehrzahl der Wiederkauer stimmt hierin mit Anoplotherium ziemlich überein, worüber Fig. 12, 16—19, 23, 51 reichlichen Aufschluss geben. Der hinterste Praemolarzahn P. 1 zeigt beim Elenthier (Fig. 16) und Rennthier (Fig. 18) noch eine Zusammensetzung, die von derjenigen der Molaren in nichts abweicht als durch Verkürzung der hintern Zahnhälfte und noch stärkere Isolirung des Nachjochs *B*, als dies an Molaren der Fall ist; bei Hirschen (Fig. 19) ist dasselbe indess mit dem übrigen Zahn so eng vereinigt wie bei Molaren und bildet die hinterste Falte der Zahnkrone, was namentlich bei Moschus deutlich wird, wo die Reduction des Nachjochs nicht so weit geht, wie bei Hirschen; während die Praemolaren der Giraffe über dieses Maass hinausgehen. Unter den Cavicornia zeigen die Antilopen verschiedene Grade dieser Verkürzung (Fig. 17), doch finden wir sie hier zunehmen durch Rinder, (Fig. 23, 51) Schafe und Ziegen, bei welch letztern sie unter den Hohlhörnern wohl ihr Maximum erreicht, das nur noch durch die Kameele übertroffen wird, wo schon der hinterste Praemolarzahn so sehr vereinfacht ist, wie bei den übrigen Wiederkauern sonst nur der vorderste, und P. 2 und 3 frühe ganz wegfallen.

Immer aber, durch die ganze Praemolarreihe, bildet dieses reducirte Nachjoch *B* die hinterste der Falten des Zahnes. Die hintere Coulisse der Innenwand *aa* von Molaren bildet dann die zweithinterste Falte der Zahnkrone; die vordere Coulisse der Innenwand bildet die dritte Falte, der vordere Halbmond *A* von Molaren die vorderste oder vierte Falte der Praemolaren; allein die eben genannte dritte Falte oder die vordere Coulisse der Innenwand legt sich häufig brückenförmig an den vordern Halbmond oder die Aussenwand des Zahnes an (P. 2 Fig. 16, 18; P. 1 Fig. 19) oder schmiegt sich selbst derselben in ihrer ganzen Erstreckung so an, dass sie mit ihr verschmilzt, wie dies durch die punktirten Linien in P. 3, Fig. 16 und in Fig. 12 angedeutet ist. Denkt man sich in P. 1, Fig. 16 das innerste Schmelzblatt so an das mittlere angelegt, dass die Marke 1 theilweise oder ganz verschwindet, und gleichzeitig den hintern Halbmond *B* inniger mit dem Zahnkörper vereinigt, so geht daraus in der That der Typus vorderster Praemolaren hervor,

mit scheinbar einfacher Aussenwand und vier davon ausgehenden, frei nach der Innenseite auslaufenden Schmelzblättern.*)

Immerhin behält also die vordere, beim Wiederkauer ohnehin so auffallend stark ausgebildete Zahnhälfte ihre volle Integrität, während die hintere Zahnhälfte auf einen kleinen Anhang, die Schlussfalte der Zahnkrone, reducirt ist.

Wie dies erwartet werden kann, machen auch am Unterkiefer die Praemolaren von Tragulus und Hyemoschus (A. Milne-Edwards Pl. IX und XI) insofern eine Ausnahme von allen Wiederkauern, als sie, so gut wie ihre Antagonisten vollständig dem Plan von Omnivoren folgen, oder eher noch darüber hinausgehen, indem nur an P. 1 noch das Nachjoch als solches deutlich ist: die übrigen Zähne bilden eine schneidende zweigipflige Kante, deren vordere Zacke wohl der comprimirten vordern Hälfte von Molaren entspricht, während die hintere noch das verkümmerte Nachjoch darstellt, auf seiner Innenseite verstärkt durch eine kleine Falte, welche dem hintern Innenpfeiler von Molaren zu entsprechen scheint. Es bilden somit diese Praemolaren eine vollständige Parallele zu denjenigen der Omnivoren, und finden ihr unmittelbarstes Vorbild in den entsprechenden Zähnen von Xiphodon, Anoplotherium und Dichobune, aber auch in demjenigen von Rhagatherium, Chasmotherium etc.

Milchzähne des Unterkiefers.

Das Milchgebiss des Unterkiefers wiederholt in gleich vollständiger Weise wie das definitive Gebiss die beim Oberkiefer besprochenen Verhältnisse. Die Milchzähne von Imparidigitata unterscheiden sich von Backzähnen sowohl als von Ersatzzähnen fast durchgehends nur durch längere Form und etwas unregelmässigere Faltung des Schmelzbleches. Höchstens treten bei einigen Pferden, Hipparion, selbst auch noch bei dem diluvialen Pferd, vielleicht auch bei Anchitherium Basalwarzen hinzu, wie sie in der ganzen Reihe der Imparidigitata sonst nicht bekannt sind (s. Fossile Pferde Pg. 56, 70). Die Formel D = P = M gilt also unter Beifügung dieser accessorischen Theile beim Pferd, auch für den Unterkiefer dieser Hufthiergruppe.

Etwas anders gestalten sich diese Verhältnisse bei Wiederkauern; D. 1 ist hier bekanntlich M. 3 sehr ähnlich; doch unterscheidet er sich durch vollständigere Ausbildung einer hintersten oder dritten Zahnhälfte, welche aber von den zwei vordern oder normalen

*) Eine andere Deutung dieser Falten giebt Leidy a. a. O. pg. 41; allein es scheint mir hier keine Auswahl möglich.

Zahnhälften viel stärker abgetrennt ist, als der dritte Lappen an M. 3. Allein schon der zweite Milchzahn kann offenbar nicht mehr einem Molarzahn verglichen werden, sondern ist das Vorbild des zweiten Praemolarzahnes (oder schon des ersten bei Kameelen); noch getreuer ist die Aehnlichkeit zwischen vorderstem Milchzahn und vorderstem Ersatzzahn. Da nun, wie wir oben gesehen haben, der hinterste Prämolarzahn von Wiederkauern alle Elemente von Molaren enthält, allein allerdings den hintern Halbmond in sehr reducirter Form, so ist es wohl richtig, den hintersten Milchzahn des Unterkiefers nicht etwa dem hintersten Backzahn zu vergleichen, sondern dem hintersten Praemolarzahn, dessen hinterer Halbmond *B* indess vervollständigt wäre und überdies das grosse Anhängsel, einer Zahnhälfte gleichwerthig, erhalten hätte. Es entsprechen sich also bei Wiederkauern die Milchzähne und Praemolarzähne. Diese Deutung von D. 1 erscheint um so richtiger, als auch D. 2 sich von P. 2 namentlich durch auffallende Vervollständigung der hintern Zahnhälfte auszeichnet; dies bezieht sich vornehmlich auf die vordere der beiden in Fig. 12 mit *aa* bezeichneten Falten, welche sich so sehr ausbildet, dass sie eine Art Innenwand für die hintere Hälfte des Milchzahnes darstellt, welche bei dem Ersatzzahn durchaus nicht angedeutet ist.

Das Genus Bos (Fig. 23, 51) stellt diese Analogien wohl am deutlichsten vor Augen, und führt dann weiter zum Verständniss des Milchgebisses von Capra und Ovis, deren mittlerer Milchzahn, in verschiedenen Alterszuständen verglichen, einen sehr evidenten Beleg für die Richtigkeit der früher erzielten Deutung der Praemolaren liefert, indem sich an ihm vielleicht deutlicher als an irgend einem Object aus dem Gebiet der Wiederkauer die allmälige Spaltung des hintern Hornes des Vorjochs in die zwei Lappen *aa* von Praemolaren (Fig. 12, 19) oder schliesslich in die beiden damit identischen Coulissen *aa* der Innenwand von Molaren herausstellt. An dem entsprechenden Milchzahn von Cervus ist dieses Verhältniss etwas maskirt durch die eben erwähnte sehr ungleiche Ausbildung der zwei Schmelzfalten *aa*.

Wenn daher bei erster Anschauung die vordern Milchzähne von Wiederkauern sich leichter mit Praemolaren als mit Molaren vergleichen lassen, so steht dies keineswegs im Widerspruch mit dem am Oberkiefer erzielten Ergebniss, wo sich herausstellte, dass die Milchzähne, höchstens etwa mit Ausschluss des vordersten, den Molaren direct vergleichbar waren. Auch am Unterkiefer der Wiederkauer mussten wir ja die Praemolaren gewissermassen als zusammengestossene Molaren betrachten, mit sehr reducirtem Nachjoch. Sämmtliche Backenzähne der Wiederkauer sammt den Milchzähnen folgen also dem Plan, der sowohl für den Oberkiefer als für den Unterkiefer am vollständigsten ausgesprochen

ist in den vordern Molaren. Allein während die Praemolaren in beiden Kiefern eine ziemlich gleich weit gehende Reduction des Nachjochs und Verschmelzung desselben mit dem Vorjoch erleiden, erreicht diese Reduction im Milchgebiss des Unterkiefers schon einen höhern Grad (wenigstens für die zwei vordern Milchzähne) als im Oberkiefer.

Diese Verkürzung ist am stärksten durchgeführt bei den Kameelen, welche ausser dem dreilappigen hintersten Milchzahn nur noch Einen vordern besitzen, der so sehr verkürzt ist, wie der vorderste von Hirschen. Daher dann wohl hier die oben erwähnte Tendenz, einen Ersatz zu bilden durch einen überzähligen vierten Molarzahn.

Moschus moschiferus, desses Milchgebiss ich bei der frühern Arbeit über diesen Gegenstand noch nicht kannte, verhält sich in dieser Beziehung wieder wie die Hirsche und die übrigen Wiederkauer; seine Milchzähne, abgesehen von dem dreitheiligen hintersten, unterscheiden sich von den Ersatzzähnen blos durch gestrecktere Gestalt und stärker ausgebildetes Nachjoch.

Allein Tragulus und Hyemoschus, deren Milchgebiss mir an einer ziemlich grossen Anzahl von Schädeln in Amsterdam und Leiden bekannt geworden ist, weichen auch hier von Moschus ab. Nur ihr hinterster Milchzahn ist demjenigen der Wiederkauer noch ähnlich, doch bereits comprimirter, etwa wie bei Schweinen. D 2 und 3 dagegen bilden nur noch schneidende zwei- oder dreigipflige Kanten, welche sich von den Ersatzzähnen durch gestrecktere Form und etwas besser ausgebildetes Nachjoch auszeichnen, während das Vorjoch wie dort fast nur noch auf eine Aussenwand beschränkt ist. Ich habe schon früher (Eoc. Säugethiere pg. 71) auf ihre grosse Aehnlichkeit mit den Zähnen von Xiphodon aufmerksam gemacht. Der letzte Milchzahn gleicht einem dreilappigen letzten Backzahn von Wiederkauern, allein das vorderste Dritttheil des Zahnes ist weit unvollständiger in einen äussern Halbmond und eine Innenwand getrennt, als die zwei folgenden Portionen des Zahnes, und als die Molaren; wir vergleichen daher auch hier wieder diesen Zahn weit richtiger mit seinem Ersatzzahn, der zwar vorerst vom dritten Lappen nichts besitzt, allein auch seitlich comprimirter ist als sein Milchzahn, indem eine Marke nur schwach in seiner hintern Hälfte angedeutet ist; auch hier belehrt uns aber der Milchzahn, dass wir nicht irrten, als wir den Ersatzzahn einem in seiner hintern Hälfte reducirten Molarzahn verglichen. Ziehen wir von dem Milchzahn den dritten Lappen ab, der ihm als Schlusszahn zukommt, so bleibt ein Zahn vom Typus des Ersatzzahnes, nur mit einer vollkommen ausgebildeten hintern Zahnhälfte.*)

---

*) Ich benutze hier den Anlass zur Bestätigung des eigenthümlich späten Auftretens der Ersatzzähne

Auf die völlige Uebereinstimmung dieser Milchbezahnung mit derjenigen von Anoplotherium wurde schon am Oberkiefer hingewiesen. Auch für den Unterkiefer kann die bekannte Abbildung Oss. foss. III. Pl. XLVI Fig. 4, oder die bessere bei Blainville Anopl. Pl. II) so ziemlich als vergrösserte Darstellung des Milchgebisses jener Moschus-Arten gelten; und dass Xiphodon und Dichobune sich ganz ähnlich verhalten, könnte mit Sicherheit angenommen werden auch ohne die wenigen directen Belege, welche wenigstens für Dichobune leporina die Blainville'sche Tafel IV. liefert.

Das Ergebniss dieser Vergleichung der verschiedenen, sei es gleichzeitig vorhandenen oder successiven Modificationen des Gebisses im Unterkiefer ist demnach folgendes:

Bei unpaarigfingrigen Hufthieren sind alle diese Modificationen unter einander so wenig verschieden, als am Oberkiefer; D = P = M.

Unter paarigfingrigen stehen wieder, wie am Oberkiefer, die Wiederkauer den vorigen am nächsten; ihre Praemolaren stellen verkürzte Molaren dar, durch Reduction der hintern Zahnhälfte und Verschmelzung derselben mit der vordern. Die Milchzähne bilden in jeder Beziehung Zwischenformen zwischen Molaren und Praemolaren, indem das Nachjoch bei ihnen weniger ausgebildet ist, als an Molaren, allein stärker als an Praemolaren; D 1 ist sogar fast ganz gleichwerthig mit M 3. Die Formel D = M, welche für den Oberkiefer gültig war, passt daher am Unterkiefer nur für D 1; im übrigen könnte die fortschreitende Reduction des Zahninhaltes etwa so ausgedrückt werden: M > D D > P.

Bei dem Omnivor, zu welchem die fossilen Anoplotherien, sowie die heutigen Moschus-Arten des tropischen Asiens und Afrika gehören, geht die Umprägung von Kauzähnen mit mehr oder weniger flachen Kronen zu Reisszähnen mit schneidenden Kronen in noch stärkerem Grade vor sich, d. h. sie erreicht schon im Milchgebiss wo höchstens D 1 noch mit M 3 vergleichbar ist, einen höhern Grad, als beim Ersatzgebiss des Wiederkauers, und einen Grad, über den das Ersatzgebiss nicht mehr hinausgehen kann, so

bei Moschus-Arten, worauf ich schon in der Schrift über fossile Pferde aufmerksam gemacht habe. (Pg. 75 u. f.) und welches mir einen Anhaltspunkt bot, um Owen's Deutung des Gebisses von Dichodon zu berichtigen. In den Sammlungen von Amsterdam und Leyden überzeugte ich mich, dass bei Moschus-Arten im Allgemeinen (M. moschiferus mit eingeschlossen) meistens alle Milchzähne oben und unten noch da sind, wenn bereits M. 1 und 2 in Funktion sind. Ich sah Fälle von Meminna indica und Tragulus javanicus, wo noch kein Ersatzzahn da war bei bereits funktionirendem M. 3. Die untern Praemolaren treten dann früher auf als die obern. Bei den übrigen Wiederkauern sind beim Durchtritt von M. 3 die Milchzähne zwar meistens noch da, allein ihre Ersatzzähne sind schon vollkommen fertig gebildet, und wenn M. 3 in Usur tritt, so sind die Milchzähne alle abgeworfen.

dass hier im Allgemeinen, so gut wie am Oberkiefer, die Bezeichnung D und P < M gelten kann.

Es braucht nicht besonders betont zu werden, dass solche Formeln nur ein sehr kümmerliches mnemonisches Hülfsmittel zur Bezeichnung der Zahnmetamorphosen bieten, indem diese Umprägungen in verschiedenen Gebisstheilen verschiedene Grade erreichen, so sehr, dass ja in Wahrheit selbst bei den reinsten Vegetivoren, den Imparidigitata, jeder einzelne Zahn noch sein individuelles Gepräge und also seine eigenthümliche Function besitzt.

Immer werden auch diese Modificationen des Gebisses nicht blos als fertige Kunstproducte der erfindungsreichen Natur zu betrachten sein, sondern gleichzeitig als Erbtheil der Stammformen und als Ergebnisse der Ernährungsbedingungen.

So führt uns das primitive oder das Milchgebiss jeweilen den gemeinsamen Inhalt des spätern Gebisses in einer Art vereinigten Budgets vor, so sehr, dass häufig ein Milchzahn einem hintersten Backzahn, ein anderer einem vordersten Praemolarzahn zu vergleichen ist. Das Ersatzgebiss verwerthet dann den Betrag des Michgebisses zu specielleren Zwecken; innerhalb sehr enger Grenzen bei Imparidigitata, wo höchstens die vordersten und die hintersten Zähne der Reihe von dem gemeinsamen Plan etwas abweichen; mehr bei Ruminantia, wo die vordersten Milch- und die vordersten Ersatzzähne, trotzdem in ihnen noch in der Regel alle Theile von hintern Backzähnen Vertretung finden, in ihrer Gesammtform sehr umgewandelt sind und offenbar eher schneidende Organe, als Instrumente zum Kauen darstellen. Das omnivore Hufthier führt dies noch weiter bis zu einem vollkommenen amphivoren Gebiss, das in seinen hintern Theilen noch Kauzähne, in seinen vordern Theilen nur noch Instrumente zum Reissen und Schneiden besitzt.

Wir entnehmen daraus die Lehre, dass zur Beurtheilung von Unterschieden zwischen den Species, ich möchte sagen, zur Isolirung und Analyse fertiger Thatsachen, wir uns stets an die Formen des definitiven Gebisses zu halten haben werden, während uns das Milchgebiss hauptsächlich wird leiten müssen bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen benachbarten Genera, bei der Synthese; es weist uns auf die Centra zurück, welche innerhalb oder überhalb der grossen Peripherie der Specialformen liegen.

Es ist schon oben angedeutet worden, wie lückenlos dann diese auf die Ernährungsfunktionen gestützte Reihe sich in die Unguiculata fortsetzt, und von Procyon, Nasua durch die ganze lange Folge der Carnivoren verfolgt werden kann bis zu Felis.

In einer solchen alimentären Reihe, welche etwa mit dem Tapir beginnt oder vielleicht jenseits desselben schon mit dem Dinotherium oder gar mit dem Elephant, kurz

mit den Thieren, die sich von den rohesten vegetabilischen Substanzen ernähren, und welche mit der Katze, und vornehmlich mit Machairodus ihr äusserstes Ende erreicht, fallen somit ohne allen Zweifel die Wiederkauer in die Mitte der frühern Classe der Pachydermen hinein, zwischen Pferde, mit welchen sie auch die Nahrung theilen, und die südasiatischen und afrikanischen Moschusthiere, welche schon das Gebiss der Schweine besitzen.

Allein wie alle solche linearen Anordnungen von vornherein den Stempel der Künstlichkeit an der Stirn tragen, so möchte ich weit eher, wie ich es schon in meiner frühern odontographischen Arbeit that, sowohl Pferde als Wiederkauer, diese beiden ausschliesslichen Herbivorengruppen, als Seitensprossen des Ungulatentypus überhaupt ansehen, wobei das Pferd in Palaeotherium, der Wiederkauer in Anoplotherium einen leicht nachweisbaren Ausgangspunkt findet.

Ich wiederhole hier nicht den dort (Fossile Pferde, Pag. 86) gemachten und mit Absicht als gewagt bezeichneten Versuch, solchen Descendenzen für die ganze Gruppe der Hufthiere nachzuspüren. Der dort entworfene Stammbaum enthält ohne Zweifel eine Menge von Unrichtigkeiten, die grossentheils unserer äusserst spärlichen Kenntniss im Gebiet der fossilen Formen zuzuschreiben sind, denn jedem Palaeontologen wird sich wohl in gleichem Maasse, als er sich mit den bisher bekannten fossilen Säugethieren specieller vertraut macht, die Ueberzeugung um so tiefer einprägen, dass dies ein nur kleiner Betrag von der Thierwelt ist, die wirklich existirte.

In diesem Licht allein aber gewinnt auch die merkwürdige Thatsache, dass überhaupt in der grossen Mehrzahl der Säugethiere dem bleibenden Gebiss ein davon meistens erheblich verschiedenes vorausgeht, eine neue und unerwartete Bedeutung. Physiologisch ist diese Thatsache offenbar ein Räthsel, indem wir auf der einen Seite durchaus nicht gewahren, dass das Thier in gleichem Maasse mit dem Alter seine Nahrung wechselt, und anderseits auch eine ganze Anzahl von Thieren das ganze Capital an Gebiss entweder sofort ausgetheilt erhält oder doch Lebenslang zu vermehren im Stande ist (Zähne von permanentem Wachsthum).

Ich stehe daher nicht an, hier von neuem auf die Rolle aufmerksam zu machen, welche ich dem Milchgebiss in jener frühern Arbeit zuschrieb, indem ich es als Erbtheil früherer Formen an spätere beurtheilte, oder als factischen Betrag jener in neuerer Zeit so vielfach postulirten Uebergangsformen in der Geschichte der Species.

Ich sehe mich zwar nicht im Stande, die schon früher aufgeführten Beispiele für diese Anschauung zu vermehren, namentlich weil das Material für das Studium des Milchgebisses schon für lebende Thiere sehr schwer zu beschaffen ist, und für fossile gar erst

nur glücklichen Zufällen zu verdanken ist. Nichtsdestoweniger, wenn ich dort (Pg. 86) Descendenzlinien in Form eines Tableau zu ziehen wagte, so mögen hier auch, wenigstens aus dem Gebiete der Hufthiere, die Fälle zusammengestellt werden, welche mir bis jetzt eine solche Bedeutung des Milchgebisses nahe zu legen scheinen, und über welche jene frühere Schrift schon das Specielle mittheilte.

Anchitherium Bairdy Leidy vererbt die Basalwarzen seiner Ersatzzähne des Unterkiefers an das Milchgebiss von Hipparion und selbst noch an Equus fossilis, in deren Ersatzgebiss sie dann fehlen. (S. Foss. Pferde, p. 57, 71, 101.)

Allein die Erinnerungen dieser beiden letztgenannten Formen scheinen noch weiter hinaufzureichen, als an Anchitherium. Finden doch die accessorischen Pfeiler, welche sich am hintern Ende unterer Milchzähne bei Equus fossilis sowohl (x. c. Fig. 30, 36, 37, Foss. Pferde) als bei Hipparion einstellen (Fig. 31 ebendaselbst), wohl ihre frühesten Anfänge schon in den durchaus ähnlichen Bildungen an Paloplotherium annectens (Quarterly Journ. 1848. Tom. IV).

Merychippus Leidy erbt nach diesem Autor sein Milchgebiss von Anchitherium, während sein Ersatzgebiss demjenigen von Equus gleichsteht. (Leidy Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1858. p. 26.)

Equus fossilis steht in der Bildung seiner obern Backzähne genau in der Mitte zwischen Hipparion und Equus Caballus. (Foss. Pferde 121 u. f.)

Anoplotherium, Dichodon, Dichobune, Xiphodon etc. vererben ihr Milchgebiss an Tragulus und Hyemoschus. (Foss. Pferde pg. 36, 75 und die hier vorhergehenden Abschnitte.)

Die Palaeochoeriden, (Palaeochoerus, Chaeropotamus) vererben die Characteren ihres definitiven Gebisses an das Milchgebiss von Dicotyles. (Foss. Pferde, p. 77).

Zu diesen wenigen Fällen, die mir zur Beobachtung gekommen sind, würden wohl die meines Wissens schon von Agassiz hervorgehobenen Beziehungen des Milchgebisses, d. h. der vordersten Zähne von Elephas zu dem Gebiss von Mastodon gefügt werden dürfen, worüber ich keine eigene Anschauung habe. Allein es ist wohl kaum zu zweifeln, dass bei sorgfältiger Verfolgung dieser merkwürdigen Beziehungen heutiger zu fossilen Thieren — welche als blosse zufällige Wiederholungen zu betrachten mir ein sehr oberflächliches Urtheil schiene — sich noch viele Thatsachen ergeben werden, welche dereinst in Stand setzen werden, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Deutung solcher Uebereinstimmungen zu prüfen.

Ergebnisse der Untersuchung des Gebisses.

Die Resultate der vorhergegangenen Untersuchung lassen sich mit den Ergebnissen der Prüfung des Schädels nicht unmittelbar parallelisiren, da ihnen nicht gleichwerthige Thatsachen zu Grunde liegen. Wie schon die vollkommen allgemeine Vielzahl der Abtheilungen des Magens uns zeigt, bewegt sich die Ernährungsart des Wiederkauers und somit auch sein Gebiss innerhalb engerer Grenzen, als sein Empfindungs- und Bewegungsapparat. Der mechanische Vorgang der Kauung ist ja fast derselbe bei dem Zwerg-Moschus, dem Gnu, der Gemse, dem Büffel, welche doch in ausserordentlich verschiedenen äussern Verhältnissen leben und in Beziehung auf Sinnes- und Bewegungsorgane sehr verschieden ausgerüstet sind. Zu dem conservativen Charakter, den das Zahnsystem schon desshalb trägt, weil es mit zu den Organen gehört, welche das Thier am straffsten an die ernährende Muttererde binden, kommen noch die Schranken, welche ihm die directe Uebertragung der Form des Milchgebisses vorschreibt; während wir aus eigener Erfahrung wissen, wie weit breiter die Grenzen und wie viel freier die Bewegung ist, mit welcher innerhalb derselben die animalischen Funktionen arbeiten. Trotz des Modelles, das auch hier die Vererbung, allein doch wesentlich nur für die frühesten Zustände, dem Körper vorzeichnet, sind also die Organe der Empfindung und Bewegung doch einer viel weiter gehenden Vervollkommnung oder Verkümmerung fähig als diejenigen der vegetativen Sphaere.

Die Anordnung und Gliederung eines Tableau der Wiederkauer, welches das Gepräge des Gebisses zu Grunde legt, wird also einfacher und gedrängter ausfallen müssen, als bei einer Disposition, welche, wie die auf Pag. 41 gegebene, auf die Charaktere des Skeletes fusst. Nichtsdestoweniger entsprechen sich die allgemeinen Formengruppen auf beiden Seiten in sehr erwünschter Weise.

Offenbar erscheinen auch auf odontographischer Seite die Zwerg-Moschusthiere als eine peripherische Gruppe, die sich an die Omnivoren anlehnt, weil sie mit denselben das geschilderte amphivore Gebiss theilt, mehr noch im Jugendzustand als im erwachsenen Alter.

Unter den heutigen Omnivoren sind gewiss die südamerikanischen Nabelschweine ihre nächsten Verwandten. Immerhin bleibt zwischen beiden noch eine grosse Lücke, denn obwohl Dicotyles seinerseits in höherem Maasse herbivor zu sein scheint als alle

übrigen Schweine, und auch in der beginnenden Verwachsung der Metatarsalknochen mit dem Alter einen auffälligen Wiederkauercharakter zu erwerben scheint, so besitzen doch die Tragulina schon die Schneidezähne ja auch die Eckzähne vieler Hirsche.

Zwischenstufen, welche die Palaeontologie aufdecken kann, werden daher durch stärkere Eckzähne und bleibende obere Schneidezähne und Umwandlung der untern charakterisirt sein.

Dies tritt nun theilweise allerdings schon im Milchgebiss der Tragulina zum Vorschein. Ihre schneidenden Eckzähne erster Zahnung, ja auch die bleibenden Eckzähne des überall in organischer Beziehung conservativern weiblichen Geschlechts stehen denjenigen der Pecaris näher als die den Muntjak-Hirschen ähnlichen Ersatzzähne der Männchen. Allein überdies lässt die Form der Ossa incisiva und das lange Verharren von Gefässöffnungen des Kieferrandes die Frage entstehen, ob nicht hier obere Schneidezähne von weniger ephemerer Dauer als bei andern Wiederkauern einst vorhanden sein mochten.

Noch andauernder sind dann freilich solche Zwischenstufen durch manche fossile Thiere vertreten, und um so reichlicher, je mehr wir in ältere Perioden zurückgehen.

Die zunächstliegenden und, so weit er bekannt ist, im ganzen Bau mit den Tragulina am meisten übereinstimmenden Formen sind vorerst der Cuvier'sche Cerf de Montabuzard, den Lartet gewiss mit vollem Recht direct in das noch heute nicht erloschene Genus Hyemoschus aufgenommen hat, obwohl leider seine Vorderzähne nicht bekannt sind; allein ebenso die kleinen Cainotherien, Microtherien, Oplotherien Europa's und die nordamerikanischen Poebrotherien, bei welchen allen obere Schneidezähne schon bleibend zu sein scheinen.

In noch ältern Perioden ist diese Gruppe vertreten durch die zahlreichen, meist noch dieselbe geringe Körpergrösse behaltenden Dichobunen, sowie durch die grössern, schon mehr an Anoplotherium sich anschliessenden Dichodon, Xiphodon, etc.

Eine ähnliche Grenzgruppe der Wiederkauer, allein nach einer ganz andern Richtung hin, bilden die heutigen **Camelina**, die in der Anwesenheit oberer Schneidezähne und wohlausgebildeter Eckzähne, allein noch mehr im Bau des Skeletes manche Aehnlichkeit mit den Pferden zeigen, obwohl die ungewöhnliche Reduction ihrer Vorderbackzähne unter letztern kaum Analogien findet (als vielleicht bei Plagiolophus). Allein schon das fossile Genus Oreodon macht die heute bestehende Kluft geringer und weist gleichzeitig auf die noch weiter zurückstehende Gruppe der Anoplotherien, welche mit den Dichobunen einstweilen die Hauptwurzel aller heutigen Wiederkauer zu bilden scheint.

Zwischen diese zwei heutzutage nur sehr schwach vertretenen Grenzgruppen fällt

dann, gerade wie in dem auf osteologische Merkmale gegründeten Tableau Pg. 41 die ganze Menge der übrigen Wiederkauer, fast die Gesammtmasse ihrer heutigen Vertreter.

Sie zerfällt nicht nur nach dem Bau des Schädels, sondern auch nach dem des Gebisses in zwei sehr deutliche Gruppen, die nach einem weit weniger wichtigen, allein allerdings viel augenfälligeren Merkmale **Geweihträger** und **Hornträger** genannt werden. Bei jenen sind Eckzähne noch reichlich vertreten und die Backzähne einfach gebildet, d. h. mit geringer Verschmelzung der Querjoche, allein meistens reichlich durch warzen- und säulenähnliche Wucherungen des Basalwulstes verstärkt.

Bei Hohlhörnern fehlen die obern Eckzähne, während die untern in die Reihe der Incisiven aufgenommen sind. Die Backzähne zeichnen sich nicht nur durch massivere säulenartige Bildung des ganzen Zahnkörpers und weitgehende Verschmelzung ihrer ursprünglichen Theile aus, sondern hier sind namentlich die accessorischen Säulen reichlich ausgestreut, welche nach den ältern Chalicotherien und weiterhin wieder nach den Anoplotherien hinweisen.

Während so die Hirsche im engern Sinn, so gut wie die Hohlhörner, sehr compacte Gruppen zu bilden scheinen, so bieten sie doch nicht nur in Cervulus und noch mehr in den eigentlichen Moschusthieren den Tragulina, sondern nach der andern Seite in den Giraffen den Hohlhörnern die Hand.

Ich habe schon früher (Foss. Pferde pag. 82) versucht, diese Beziehungen nicht nur unter den Wiedekauern, sondern unter den Hufthieren im Allgemeinen in ein Tableau zu bringen, aus dem ich das folgende heraushebe, ohne wesentliche Abänderungen daran vorzunehmen, so empfindlich ich auch die Unmöglichkeit empfinde, manchen genannten und ungenannten fossilen Genera ihre Stellung mit grösserer Sicherheit anzuweisen. Auch hier glaube ich daher die Betrachtungen beifügen zu sollen, welche ich dort daran knüpfte.

Immerhin geht aus einer Vergleichung dieses Tableau mit dem auf Seite 41 gegebenen hervor, dass die an beiden Orten versuchte Gruppirung der Wiederkauer wohl manches Anrecht darauf hat, für unsere jetzigen Kenntnisse als natürlich zu erscheinen.

			Equina.		
		Oreodon	**Camelina.**		
Anoplotherium.	Chalicotherium		**Cavicornia**	Antilopina. Bubalina	Bovina Ovina u. Caprina.
		Bramatherium.			
		Sivatherium. Helladotherium	**Giraffina.**		
		Palaeomeryx.	**Cervina.**		
	Xiphodon	Amphitragulus Dorcatherium	**Moschina.**		
Dichobune	Dichodon	Cainotherium Microtherium Oplotherium Poëbrotherium	**Tragulina.**		
	Hyopotamus	Agriochoerus Anthracotherium.	Dicotylina.		

Man wird solchen Gruppirungen mit vollstem Recht den Vorwurf grosser Unvollständigkeit machen; sie werden auch noch lange Zeit wesentliche Fehler nicht vermeiden können; in weit höherm Grade, als bei der Gruppirung lebender Thiere, werden sich bei derartigen Versuchen an fossilen Formen persönliche Anschauungen und Gesichtspunkte geltend machen, die dem Vorwurf der Willkürlichkeit schwerlich entgehen. Jeder solche Versuch prägt uns auch tief den Eindruck von der grossen Unvollständigkeit unserer dermaligen Kenntniss auch nur in Bezug auf die am häufigsten erhaltenen Reste fossiler Thiere, auf ihr Gebiss, ein, und nährt in gleichem Maasse die Gewissheit, dass die Zahl der noch aufzufindenden erloschenen Formen eine sehr grosse sein wird; ja er weist selbst auf mancherlei Punkte hin, welche voraussichtlich durch solche fossile Formen einst eingenommen werden mögen. So werden sich unsere heutigen Dispositionen fossiler Säugethiere, über welche eine spätere Periode ähnlich urtheilen wird, wie wir oft über zoologische Arbeiten des Alterthums zu thun pflegen, nur sehr allmälig vervollständigen und berichtigen; ebenso wird die vollständigere Kenntniss früherer Faunen voraussichtlich noch einen wesentlichen Einfluss üben auf die Disposition ihrer heutigen Nachfolger, deren Anordnung in einer verticalen Reihe, wie obiges Tableau es grösstentheils thun musste, sich wohl auch als sehr unrichtig herausstellen wird; schon jetzt kann man wohl

nicht mit Unrecht gewisse Linien als Linien langsamer Entwicklung bezeichnen, denen andere durch rasche Vermehrung des Formenreichthums weit vorauseilten. Es erweisen sich, mit anderen Worten, gewisse Glieder der heutigen Fauna als stationäre, andere als progressive Typen, wie dies auch auf andern Gebieten der heutigen organischen Schöpfung längst anerkannt worden ist.

Allein ebenso scheint hier und da eine Linie, die nur sehr langsam sich entfaltete, plötzlich einen gewaltigen Aufschwung zu nehmen, und wieder eine andere nach reichlicher Entfaltung zu verkümmern; die gewaltige Ausbreitung der Cavicornia und Cervina in sehr später Periode, die gleichzeitige Verarmung der Moschina im Vergleich zu ihrem frühern Reichthum sind Beispiele der Art, welche indess immer noch durch Vervollständigung unserer offenbar ausserordentlich lückenhaften Kenntnisse ausgelöscht oder durch andere passendere ersetzt werden können.

Immerhin ist es nicht ohne grosse Bedeutung, dass jeder Versuch einer natürlichen Zusammenstellung heutiger und erloschener Säugethiere unverkennbar einen gewissen Parallelismus zwischen den sich ergebenden zoologischen Etappen und der historischen Succession herausstellt; derselbe wird zwar offenbar manchfach durchkreuzt durch die eben berührte langsamere Entwicklung auf dieser, durch rascheren Fortschritt auf jener Reihe; allein diese Ungleichheit der Entfaltung hindert die Erkenntniss von Wurzelformen nicht, mögen nun solche weit zurückliegenden historischen Epochen angehören oder noch jetzt vertreten sein.

Ob nun solche Wurzelformen — seien sie auf ältere Ablagerungen beschränkt oder noch Zeitgenossen später Abkömmlinge der selben oder benachbarter Stammformen — den Namen Stammform nur in morphologischem oder auch in physiologischem Sinn verdienen, ob unseren morphologischen Deductionen eine physiologische Wahrheit zu Grunde liegt, kann bestritten werden. Allein um innerhalb des hier besprochenen Gebietes zu bleiben, so muss doch die Thatsache, dass durch die grosse Mehrzahl der Säugethiere ein ephemeres Zahnsystem, das in vielen Fällen niemals zur Funktion gelangt, dem functionellen und bleibenden vorausgeht, und noch mehr der Umstand, dass das erstere den Gesammttypus des Gebisses der Species oder des Genus stets treuer ausdrückt als die Ersatzzähne; es muss diese Thatsache den Palæontologen auf einen engen Zusammenhang der Entwicklungsstadien des Individuums mit denjenigen der Species aufmerksam machen. Auch hätte die bekannte, dem Palæontologen oft sehr mühsame Erfahrung, dass die Zähne fast aller Hufthiere ihr specifisches Gepräge in gleichem Maasse verlieren, als sie sich in vorgerückteren Stadien der Abnutzung befinden, allgemeiner zur Einsicht

führen können, dass dieses specifische Gepräge nur den oberflächlichen Faltungen der Schmelzpulpe zukömmt, während die Basis der Zahnpulpe eine weit geringere Manchfaltigkeit der Bildung zeigt; die oben dargelegte, fast zur Identität reichende Aehnlichkeit der Schmelzfalten an der Basis der Keimzähne zweier in der Bildung der Zahnoberfläche so weit auseinander stehender Gruppen wie die Pferde und die Wiederkauer, scheint mir stark für die Richtigkeit der obiger Untersuchung zu Grunde liegenden Methode und also auch zu Gunsten ihrer Resultate zu sprechen. Allein wenn auch diese Methode leider ihre Anwendbarkeit grossentheils verliert bei Untersuchung von Fossilien, so wird sie uns doch über die Beziehungen letzterer zu den heutigen Säugethieren noch manchen Aufschluss geben können.

3. Zahnsystem der Cavicornia.

Auch abgesehen von der durchgehenden Abwesenheit oberer Eck- und Schneidezähne und von der ebenso constanten Gleichstellung und Aehnlichkeit aller acht sogenannten untern Schneidezähne bieten die Backzähne dieser grossen Wiederkauergruppe Merkmale genug, welche sie mit Sicherheit von denjenigen der geweihtragenden und der hornlosen Formen unterscheiden lassen.

Um den hauptsächlichsten Charakter derselben zu bezeichnen, könnte man sie am richtigsten Säulenzähner nennen; bei allen Gruppen der Hohlhörner bilden obere und untere Backzähne, in weit ausgesprochenerer Weise und von früherer Jugend an, als bei irgend einer andern Abtheilung der Wiederkauer, prismatische Körper. Diese Gestalt beruht auf drei verschiedenen Factoren. Erstlich gewinnen allerdings unter den geweihtragenden oder hornlosen Wiederkauern die Zähne selten solche Ausdehnung in der vertikalen Richtung, wie dies bei Hohlhörnern normal ist, und wofür schon der Schädel in der beträchtlichen Höhe der Kiefer einen Ausdruck giebt; die Ochsen unter den Horntragenden, die Kameele unter den Hornlosen bilden hier das eine Extrem, die Hirsche und manche Antilopen das andere. Das relative Uebergewicht liegt aber immer auf Seite der Hohlhörner.

Allein hiezu kömmt ein zweites Moment, die Zahnform im engern Sinne.

Wie bei allen Wiederkauern der Zahnkeim eine breite Basis und scharfe comprimirte

Gipfelkanten zeigt, so nähern sich auch die Zahnformen der verschiedenen Gruppen einander um so mehr, in je jüngern Stadien sie verglichen werden. Immer aber bleiben die Backzähne der Hirsche und sämmtlicher Moschusthiere bis ins erwachsene Alter dieser Keimform treuer als diejenigen der Hornträger; dort ist bis ins Alter der Zahn an seiner Basis am breitesten, und innere und äussere Wand der Krone neigen sich von da an einander zu, an obern Backzähnen immer weit stärker als an untern.

Hier bei Hohlhörnern — und in geringerem Maasse auch bei Kameelen, — sind die Zähne, sobald sie ein gewisses Alter erreicht haben, wirklich prismatisch, oder es nimmt sogar der Durchschnitt von der Basis nach der Kaufläche zu, wie alte Zähne von Rindern und manchen Antilopen sehr deutlich zeigen.

Ein drittes Merkmal scheidet endlich nun auch die Kameele von den Hohlhörnern ab. Bei Geweihträgern und Hornlosen bleiben durchweg die Zähne, obere und untere, der Form des Keimzahnes auch insofern treu, als die vier, das Gerüste des erwachsenen Zahnes bildenden Prismen mehr oder weniger sichelförmig gebogen sind; hauptsächlich innere Prismen am Oberkiefer, äussere am Unterkiefer; auch die zwischen ihnen bleibenden Einstülpungen oder Marken sind daher durchweg ausgesprochen halbmondförmig.

Bei Hohlhörnern verdicken sich aber die Mittelleisten jener Sichelprismen dergestalt, dass sie mehr oder weniger selbstständige cylindrische Säulen darstellen, welche scheinbar nur durch untergeordnete dünne Dentinfalten mit den übrigen Theilen des Zahnes in Verbindung bleiben. Es betrifft dies vornehmlich die äussere Hälfte oberer, die innere Hälfte unterer Backzähne. Die Marken der Zahnmitte werden dadurch so zusammengedrängt, dass sie in den mittlern Graden der Usur hufeisenförmig sich um jene starken Dentinpfeiler herumlegen; freilich sind sie im Anfang der Usur noch sichelförmig wie bei den Hirschen; in den letzten Stadien bilden sie bei allen Wiederkauern quere Lücken.

Allein zu diesen mehr relativen Unterschieden der Form kommt nunmehr noch eine Reihe von Merkmalen von mehr als relativem Werth, nämlich Anwesenheit oder Abwesenheit einzelner Zahntheile.

Dahin gehören einmal die unter dem Namen der accessorischen Säulen und der Basalwarzen bezeichneten Gebilde, und dann die Falten oder Verästelungen der einzelnen Zahnprismen.

Unter der Rubrik der accessorischen Säulen und Warzen an den Seitenwänden des Zahnes wurden oben zwei, in ihrer Bedeutung wesentlich verschiedene Gebilde unterschieden. Erstlich die Dentinsäulchen an der Mitte der Innenseite oberer Backzähne,

welche von dem isolirten Innenpfeiler des Anoplotheriumzahnes abgeleitet und somit als Abgliederungen vom Vorjoch dieser Zähne gedeutet wurden. Sie bilden ein charakteristisches Merkmal der Bovina, wo sie zwar in sehr verschiedenen Graden der Entwicklung vorkommen können, allein nirgends gänzlich zu fehlen scheinen: allein ausserdem erscheinen sie bei vielen Antilopen; bei andern Antilopen, sowie bei Schafen und Ziegen, fehlen sie in der Regel.

Zweitens die Basalwarzen, als blosse Ausbildungen des unter Hufthieren so allgemein verbreiteten Basalwulstes. Von den vorigen Theilen unterscheiden sie sich durch ihre lose Verbindung mit dem Zahn und durch Schwankungen in ihrer Ausbildung, indem sie von blossen freistehenden Warzen, als welche sie auch jeweilen im Zahnkeim beginnen, manchmal schliesslich bis zu Säulen von ähnlicher Stärke wie an Oberkieferzähnen anwachsen können.

Sie finden sich an allen freistehenden Stellen der Zahnbasis. An obern Backzähnen, wo sie vornehmlich die Stelle jener accessorischen Säulen der Rinder einnehmen, sind sie bei Hirschen und Giraffen ziemlich allgemein. Seltener und nur ausnahmsweise finden sie sich an der Aussenseite oberer Backzähne bei einzelnen Rindern und Antilopen; bei Moschusthieren und Kameelen scheinen sie durchweg zu fehlen. Bei Schafen, Ziegen und einer Anzahl von Antilopen kommen sie nur ausnahmsweise vor.

Viel allgemeiner sind sie an Unterkieferzähnen. Dahin zähle ich alle diese Bildungen bei Rindern, wo sie fast durchweg entwickelt sind, obschon mit geringerer Regelmässigkeit, als die ihnen entgegenwirkenden accessorischen Säulen oberer Zähne. Auch bei Hirschen treten sie fast allgemein auf. Allein während sie bei Hirschen niedrig bleiben und nur an der Basis mit dem Zahne verbunden sind, also erst sehr spät in dessen Usurfläche eingehen, sind sie bei Rindern meist auf ihrer ganzen Höhe, bis an den Krongipfel mit dem Zahnkörper verschmolzen, so dass sie sehr frühe von der Usur mitergriffen werden. Bei Antilopen gehören sie nur gewissen Gruppen an; bei Schafen, Ziegen, manchen Antilopen, auch bei hornlosen Wiederkauern treten sie nur sehr ausnahmsweise auf. Auch an Unterkieferzähnen finden sich in seltenen Fällen solche Basalwarzen an der Innenseite.

Weit weniger typisch sind die Falten der innern Zahngruben oder der Marken. Sie zerfallen in 2 Gruppen:

Erstlich Spaltungen der Joche, den ähnlichen Bildungen an Pferden vergleichbar. Sie sind sehr allgemein am Nachjoch oberer Backzähne von Hirschen, sowie der eigentlichen Moschusthiere, fehlen dagegen den Tragulina und allen übrigen Wiederkauern. An untern Backzähnen kommen sie kaum vor.

Zweitens Abzweigungen, Sporne, welche von den beiden Jochen oberer Backzähne in die Marken absteigen, von gleicher Bedeutung wie die Falten an Zähnen des Nashorns. Sie sind sehr häufig bei Hirschen, allein auch bei Antilopen und Rindern, wo sie eine constantere Lage einnehmen, und namentlich bei letzteren während einer bestimmten Dauer der Abnutzung weit vorspringende Falten am Hinterrand der hintern Marken darstellen.

Mit Hülfe dieser Détails lassen sich die Gebisse der einzelnen Wiederkauergruppen in folgender Weise charakterisiren.

Camelina. Eckzähne von typischer Form. Obere Schneidezähne, wenn vorhanden, sowie vorderste Praemolaren (bei Camelus) von Eckzahnform. Untere Schneidezähne lang gestreckte Schaufeln darstellend, allmählig kürzer von 1 bis 3. Hintere Praemolaren sehr reducirt, verkürzt und theilweise schneidend. Backzähne cylindrisch, aus vier Sichelprismen mit starken Mittelkanten; accessorische Säulen, Basalbildungen und innnere Zahnfalten fehlend. (Bei Lamas untere Backzähne mit vorderer querer Compressionsfalte)

Giraffina. Cervina. Moschina. Obere Eckzähne sporadisch und von typischer Form. Untere von Schneidezahnform. Obere Schneidezähne fehlend. Untere Schneidezähne meist sehr ungleich. Incisive 1 meist sehr breit, 2 — 4 schmal, sichelförmig nach aussen gebogen. Bei Giraffe Incis. 4 sehr breit, lappig. Bei Moschus allmählige Grössenabnahme von Inc. 1 — 4. Praemolaren nach vorn hin mehr oder weniger schneidend, [illegible] durch Reduction der hintern und Compression der vordern Zahnhälfte von Molaren, und [illegible] mit starken Falten bis Innenwand auf der Innenseite. Molaren nicht cylindrisch, mit breiterer Basis, aus 4 Sichelprismen mit schwachen Mittelkanten, in zwei coulissenartig hinter einander gestellte Hälften tief abgetheilt. — Marken halbmondförmig, tief und weit, bis zu hohen Graden der Abnagung den Zahnrand erreichend. Ohne accessorische Säulen, allein mit häufigen Basalwarzen (constant an obern, schwächer und seltener an untern Zähnen*) Häufig Gabelung des hintern Querjochs und accessorische Falten der Marken oberer Backzähne, besonders an Praemolaren.

Tragulina. Obere Eckzähne constant. Obere Schneidezähne fehlend. Untere Eckzähne von Schneidezahnform, letztere wie bei Hirschen. Praemolaren nach vorn hin vollkommen schneidend, unten fast ohne Innenfalten. Milchgebiss anoplotherioid. Molaren aus 4 schwach sichelförmig gebogenen Pyramiden mit scharf vorragenden Mittelkanten. Accessorische Säulen fehlend. Basalknospen sehr rudimentär oder fehlend. Innenfalten der Zähne fehlend.

*) Bei Dama, Alces, Tarandus häufiger fehlend als vorhanden, bei Cervus in der Regel da. Bei Cervulus und Moschus sporadisch, bei Giraffe ebenso.

Ovina. Untere Eckzähne wie Schneidezähne, alle einander ähnlich, von 1 nach 4 an Grösse und Form wenig wechselnd, mit wenig gebogenen schmalen Endschaufeln, obere fehlend. Praemolaren sehr kurz, dick, massiv, untere fast faltenlos, ausser in jüngern Stadien. Molaren säulenförmig, aus 4 dicken Sichel-Prismen mit wenig vorragenden oder ganz fehlenden Mittelkanten. Marken eng, halbmondförmig bis quer. Accessorische Säulen fehlend. Basalwarzen und Innenfalten meistens fehlend (erstere nur in seltenen Ausnahmen erscheinend, letztere nur an den hintern Marken oberer Zähne).

Bovina. Eck- und Schneidezähne wie bei den Vorigen. Incisiven breit schaufelförmig, von 1 — 4 allmählig schiefer. Praemolaren gestreckter, massiv, mit seichten Innenfalten am Unterkiefer.*) Molaren säulenförmig, massiv, vordere und hintere Zahnhälften eng verbunden, ohne Coulissenstellung, sehr stark vorragende Mittelsäulen der 4 Zahnprismen. Marken hufeisenförmig, eng, meist ohne Oeffnung nach Aussen, mit Falten im hintern, seltener im vordern Zahntheile. Accessorische Säulen an obern Backzähnen. Basalwarzen säulenförmig an untern Backzähnen. Sonstige Faltungen der Zähne fehlend oder rudimentär; starker Cementüberzug aller Zähne.

Antilopina. Mit dieser zuletzt genannten Gruppe betreten wir ein so viel als noch ununtersuchtes Gebiet, in welchem ich kaum im Stande bin, zu den einzelnen bisherigen Angaben viel wesentliches beizufügen. Doch verdient diese grosse Gruppe von Hohlhörnern, welche durch ihre mannigfachen Beziehungen zu den Rindern, den Schafen, den Hirschen, als eine Art Mutterlauge zunächst für die Cavicornia, allein vielleicht für die Wiederkauer im Allgemeinen sich erweist, gewiss eine specielle Untersuchung im vollsten Maass. Die Beobachtungen, welche ich vor allem in der Senkenbergischen Sammlung zu machen im Stande war, sind indess weit entfernt das zu bieten, was man bei vollständigerem Ueberblick mit Recht sollte erwarten dürfen. Nichtsdestoweniger mag das wenige, was ich hier beizutragen vermag, vielleicht einige Anregung zu weitern Studien bieten.

Vorerst scheinen die Schneidezähne hier, so weit das mir zugängliche Material zu urtheilen gestattet, fast durchweg denjenigen der Hirsche und Moschusthiere ähnlich zu sein, stark nach aussen gebogen, die zwei mittlern viel breiter als die übrigen, allein auch diese von 2 — 4 an Breite rasch abnehmend. (Ausnahme Catoblepas.)

*) Die Praemolaren des Rindes, in ihrer Anlage denjenigen der Hirsche vollkommen ähnlich, zeigen alle möglichen Reductionen und Verschmelzungen der Falten des Hirschzahnes, so sehr, dass kaum ein Schädel dem andern in dieser Beziehung gleich ist. Ich wäre leicht im Stand, nur für P. 1 ein Dutzend solcher Gradationen vorzulegen, und ähnliche Mannigfaltigkeit sah ich unter wilden Ochsen an dem javanischen Banteng.

In Bezug auf die Backzähne bezeichnete zuerst Cuvier als Merkmal der Antilopenzähne, im Gegensatz zu den Rindern und Hirschen, das Fehlen der Basalwarzen. Allein schon A. Wagner wies dann nach, dass solche Bildungen bei Hirschen fehlen, bei Antilopen aber, sei es nur in einer, sei es in beiden Zahnreihen, vorhanden sein können. Gervais, Gaudry und Andere vermehrten die Belege hiezu namentlich an fossilen Antilopen.

Gaudry, in seinen Arbeiten über die fossilen Antilopen von Pikermi (Bullet. Soc. géol. de France XVIII. 1861 p. 388 und Animaux fossiles de l'Attique 1865 p. 286) fand auch Anlass, die Unterschiede zwischen Antilopenzähnen und denjenigen der Ziegen genauer zu erörtern. Er bemerkt, dass accessorische Säulchen an untern Backzähnen von Ziegen hier und da auftreten, während sie bei Antilopen bald an obern, bald an untern, bald an beiden sich einfinden, wie bei Rindern. Als Merkmal für Antilopenzähne bezeichnet er die Anwesenheit eines deutlichen Halses, im Gegensatz zu den cylindrischen Zähnen der Ziegen, die runde sinuose Form oberer Praemolaren, welche überdies grössere Länge besässen im Verhältniss zu den Molaren (über $1/3$ der Länge der letztern) als bei Ziegen, während sie bei Ziegen vierkantig erschienen mit deutlichen Längsleisten an der Aussenseite, und weniger als $1/3$ der Molarlänge betrügen.

Ueberblickt man eine grössere Anzahl von Antilopengebissen, so zeigt sich von vorne herein, dass es schwer ist, ihnen ein gemeinsames Merkmal zuzuschreiben, das sie von den übrigen Hohlhörnern unterschiede. Vielmehr erblickt man von vorne herein gewisse Gruppen, welche die Zahncharakteren der Rinder, der Schafe, der Ziegen u. s. f. zu wiederholen scheinen, und welche also auseinander zu halten wichtig ist, indem sie vielleicht mit anderweitigen Verwandtschaften zusammenfallen könnten.

Obschon ich nicht viel mehr als die Hälfte der heutzutage bekannten Arten untersuchen konnte, so glaube ich doch folgende Schlüsse ziehen zu können, welche sich durch fernere und vollständigere Beobachtungen leicht werden vervollständigen lassen.

Das Gebiss sämmtlicher Antilopen hält sich durchaus innerhalb des Typus der Cavicornia. Es besitzt demnach keine obern Eck- und Schneidezähne (auch an männlichen Schädeln sah ich obere Eckzähne nie), die untern Eckzähne verhalten sich in Lage und Form wie Schneidezähne, und auch die ephemeren so gut wie die bleibenden Backzähne folgen in den genaueren Détails ihres Gepräges denjenigen der übrigen Hohlhörner; eine Verwechslung von Gebissen von Antilopen mit solchen von Kameelen, Moschusthieren, selbst von Hirschen ist daher kaum möglich; wohl aber können einzelne Zähne oder Zahnpartien sich von dem allgemeinen Plan der Hohlhörner allerdings oft entfernen. So

treffen wir in den untern Praemolaren der Antilopen alle Gradationen an von jenen einfachen und sehr reducirten Formen der Schafe und Ziegen, wo nur noch in jüngern Zuständen wenig vorragende Falten der Innenseite die Reste der vielfachern Zahntheile von Molaren andeuten und im Alter der Zahn fast ein einfaches Prisma darstellt, durch die etwas weniger reducirte Form der Rinder bis zu der complicirten Praemolarform der Hirsche, mit starken Innenfalten, die bis zu einer Innenwand der vordern Zahnhälften anwachsen können. Allein schon an obern Praemolaren vermisste ich die bei Hirschen so reichlich ausgestreuten Falten der Zahnmarke durchweg.

Die für Hirsche so charakteristische Unabhängigkeit und coulissenartige Stellung vorderer und hinterer Hälften der Backzähne fehlt bei allen Antilopen, die ich kenne. Die Innenwand unterer Molaren, so gut wie die Aussenwand der obern, ist demnach ununterbrochen, wenn auch mit allen den vorspringenden vertikalen Falten versehen, welche bei Wiederkauern vorkommen können, und an obern Backzähnen sind schon in frühen Graden der Abnutzung die hintere und vordere Zahnhälfte so eng verbunden, und die beiden Marken so vollständig von einander und auch von der Peripherie des Zahnes abgetrennt, wie dies bei Hirschen erst in sehr späten Graden der Usur zu Stande kömmt.

Hiezu kömmt ein ferneres typisches Merkmal von Hohlhörnern; die Säulenform der Molaren und die pfeilerartige Verdickung der Mittelkanten der vier Sichelprismen. Finden sich auch in ersterer Beziehung so mannigfache Abweichungen als etwa von der Ziege bis zum Rind, so fehlt doch durchweg die starke seitliche Compression, welche Hirschzähne von der Wurzel gegen die Kaufläche hin erfahren. Ebenso sind die vier Dentinprismen des Zahnes niemals so stark sichelförmig gebogen wie bei Hirschen, und ihre Mittelrippen bilden nicht nur wie hier schwache Kanten, sondern die Verdickung der Prismen ist so stark wie bei Hohlhörnern, sei es, dass dabei die Aussenwand (an obern, die Innenwand an untern Zähnen) eine mehr oder weniger ebene Fläche bildet, wie bei Schafen, sei es, dass sie in Form starker cylindrischer Säulen vortritt wie bei Rindern.

Eine unmittelbare Folge hievon ist die Form der Zahnmarken; während diese bei Hirschen stark sichelförmig gebogen sind und sich nach der Kaufläche hin rasch und trichterförmig erweitern, behalten sie bei Antilopen ähnlich wie bei allen Hohlhörnern in der ganzen Zahnhöhe ein gleichförmiges Lumen, verändern sich also in verschiedenen Graden der Abnutzung wenig und besitzen von frühe an die Hufeisen- oder Biscuit- oder die einfach quere Gestalt, wie bei Schafen und Rindern.

Sehr mannigfaltig verhalten sich die Backzähne der Antilopen in Bezug auf die accessorischen Bildungen im Umriss des Zahnes, auf welche von frühern Autoren

so viel Gewicht gelegt wurde. Allein auch hier folgen sie den Hohlhörnern und nicht den Hirschen.

An obern Backzähnen fehlen solche Hülfssäulen entweder ganz, wie bei Schafen oder dann sind sie von so starker Ausbildung wie bei Rindern, säulenförmig und meist in der ganzen Höhe des Zahnes mit dem Zahnkörper so innig vereinigt, dass ich sie unbedenklich mit den ähnlichen Bildungen an Rindern, als eigentliche Innenpfeiler betrachte und nicht als Basalwarzen wie bei Hirschen.

Dass dabei blosse Basalknospen oberer Backzähne sporadisch mit vorkommen können, so gut wie bei Hohlhörnern, ist hiemit nicht ausgeschlossen. Doch kenne ich hievon nur den unten (Fig. 8) an einem fossilen Zahn dargestellten Fall, wo ein oberer Backzahn an seiner Aussenseite eine kleine Basalknospe trägt.

Die antagonistischen Bildungen an untern Backzähnen habe ich oben für alle Wiederkauer als blosse Basalwarzen im engern Sinne beurtheilt. Wie bei andern Hohlhörnern sind sie auch bei Antilopen viel häufiger als jene, und zeigen alle Gradationen, von den kleinen und lange Zeit freistehenden Warzen der Hirsche bis zu den starken Säulen der Rinder, allein auch hier liegt ein Beleg für obige Deutung in dem Umstand, dass sie auch in den starken Graden der Ausbildung anfänglich, oft selbst lange Zeit, freistehen. Wie bei Rindern, kommen sie in seltenen Fällen auch an der Innenseite unterer Molaren vor.

Einen ferneren, unter Antilopen häufigen und zur Systematik gut verwendbaren Zahntheil bilden die sonst nur bei Lamas und bei Schafen wohl ausgebildeten queren Compressionsfalten am Vorderrand unterer Backzähne.

Gablungen, Verzweigungen der Querjoche, wie sie bei Hirschen so häufig sind, selbst auch Innenfalten der Marken fehlen bei Antilopen fast durchweg.

Alles dieses scheint die Möglichkeit anzudeuten, auch auf Boden des Gebisses die Antilopen in verschiedene Gruppen zu trennen, ähnlich wie dies mit Benutzung mancher anderer Merkmale wie Statur, Haarkleid, Form der Klauen, der Schnauze etc. versucht worden ist. Ohne den von den Autoren aufgestellten Abtheilungen der Kuh-, Ziegen-, Hirsch-, Pferd-Antilopen einen andern als einen allgemein-physiognomischen Sinn beilegen zu können, drängen sich doch auch in den Charakteren der Zahnsystems zwei Gruppen der Antilopen sofort auf, von welchen die eine allerdings mit dem Gebiss der Rinder, die andere mit demjenigen der Schafe und Ziegen viel Uebereinstimmung zeigt.

Man könnte das Hauptmerkmal der erstern in der Anwesenheit von accessorischen Pfeilern oberer Backzähne suchen. Allein scharfe derartige Grenzen fehlen durchaus. Wir finden erstlich Antilopen, welche jene Hülfspfeiler in so starkem Maasse tragen als

irgend ein Rind. (Aegoceros leucophaeus und niger, Damalis pygarga Gr.*) Portax Tragocamelus.) In allen diesen Fällen sind die untern Backzähne mit fast ebenso starken Säulchen versehen.

Andere Arten zeigen die obern Säulen von geringerer Stärke, so dass sie z. B. nur während einer bestimmten Dauer der Abtragung deutlich sind, und an jungen, allein oft auch wieder an sehr alten Zähnen nicht in der Kaufläche erscheinen. (Kobus ellypsiprymnus und Singsing. Oryx Gazella, Beisa und leucoryx. Addax nasomaculatus, Eleotragus arundinaceus und reduncus.) Auch hier sind ähnliche Säulchen an den Unterkieferzähnen vorhanden.

Am häufigsten fehlen diese Säulchen am Ober- und am Unterkiefer, oder erscheinen doch nur höchstens in ganz schwachen, während einer kurzen Zeit in der Kaufläche sichtbaren Spuren. In dieser Rubrik kann ich aufzählen: Saiga tartarica. Gazella dorcas, arabica, Sömmeringii. Antilope cervicapra. Calotragus campestris, melanotis. Scopophorus montanus. Oreotragus saltatrix. Cephalophus Madoqua, grimmia, pygmaea. Capricornis sumatrensis. Rupicapra europaea. Antilocapra americana. Connochaetes Gnu. Alcelaphus bubalis. Acronotus lunatus. Damalis pygarga. Strepsiceros Kudu. Tragelaphus decula.

Es umfasst diese Aufzählung, die sich auf eigene Beobachtungen stutzt, nur etwa die Hälfte der bisher bekannten Species von Antilopen, und man könnte es daher gewagt nennen, auf sie Schlüsse von einiger Allgemeinheit zu grunden. Auch bietet mir die Litteratur keine Mittel zur Vervollständigung dieser Angaben, da man so kleinen Merkmalen weder in Beschreibungen noch in Abbildungen die genugende Aufmerksamkeit zu schenken pflegt. Die Zeichnungen, welche dem Catalog des Britischen Museums (Ungulata furcipeda) beigefügt sind, machen hievon allein eine rühmliche Ausnahme, indem trotz der Kleinheit des Formates überall, wo ich diese Zeichnungen mit Originalien vergleichen konnte, das Gebiss als mit grosser Treue gezeichnet sich erwies, gewiss kein geringes Lob für den Zeichner, da sicherlich dies kein besonderer Zweck der Darstellung war. Ich stehe daher nicht an, mit Hülfe dieser Abbildungen obige Liste noch zu vervollständigen. Zu den Antilopen mit Zahnsäulchen sind beizufügen Adenota Kob, zu denjenigen ohne Säulchen: Cephalophus natalensis, Capricornis bubalina, Nemorhedus Goral, Damalis senegalensis, Tragelaphus scripta, Oreas Canna, alles Beifügungen,

*) Im Senkenbergischen Museum unter den Synonymen Antil. Koba Erxl., senegalensis Cuv., equina Hamilt. An einem andern Schädel, mit Antil. pygarga Pall. bezeichnet, fehlen die Säulchen oben und unten gänzlich; ob eine irrige Bezeichnung eines der Schädel hier zu Grunde lag, blieb mir fraglich.

vorerst treffen wir im Allgemeinen wie bei den übrigen Hohlhörnern accessorische Säulen vorherrschend nur bei Thieren von ansehnlicher Körpergrösse und vornehmlich im Verein mit säulenartiger Verdickung der Sichelprismen. Ferner ist schon jetzt offenbar, dass gewisse grössere Gruppen der bisherigen Systeme, namentlich die von Gray gebildeten, immerhin mit Ausschluss der auch ohnedies sehr künstlichen Abtheilung der Strepsiceren auch durch ein gemeinsames Gepräge des Gebisses ausgezeichnet sind.

Die Aussicht ist daher vollkommen berechtigt, dass auch für die fossilen Antilopen, sobald einmal zur Beurtheilung der lebenden die richtigen Anhaltspunkte gewonnen sein werden, das Gebiss dem Palaeontologen vortreffliche Dienste leisten wird. Dermalen wäre es indess gewagt, die mit einer einzigen Ausnahme so unvollständigen Reste fossiler Antilopen mit den lebenden in Parallele bringen zu wollen. Für die luxuriose Fundstätte in Pikermi haben sich bekanntlich die Charakteren des Gebisses nicht immer mit denjenigen des Skeletes so übereinstimmend gezeigt, wie Gaudry erwartete. Ebenso stellte sich heraus, dass auch bei fossilen so gut wie bei lebenden Antilopen die fast an allen Theilen des Zahnes möglichen Basalwarzen weit weniger Constanz haben, als die eigentlichen accessorischen Säulen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass bei genauerer Prüfung die fossilen Antilopen sich im Allgemeinen weit verbreiteter zeigen werden, als dies bisher der Fall zu sein schien.

Ausser der berühmten Fundstätte bei Athen haben ja auch schon Südfrankreich und Spanien vortreffliche Ueberreste von Antilopen geliefert (Antilope Cordieri, clavata, deperdita, boodon), von welchen vielleicht zwar die eine oder die andere mit solchen von Pikermi zusammenfallen könnte. Aus jüngern Terrains von Südfrankreich hat Gervais ebenfalls 2 Species aufgezählt, Antil. Christolii und dichotoma. Aus den vulkanischen Terrains von Coupet (Haute Loire) welche die reichlichen Ueberreste von Equus fossilis lieferten, die ich an einem andern Orte beschrieben,*) besitzt unser Museum ebenfalls Ueberreste von zwei Arten von Antilopen, wovon die eine mit Palaeoreas Lindermeyeri von Pikermi allerdings sehr nahe übereinkömmt, wie schon Gaudry, Animaux foss. de l'Attique p. 292 bemerkt. Doch ist nach Originalien beider, die mir in unserm Museum vorliegen, die Identität nicht so gross, dass ich nicht der Form von Coupet den Namen Antilope torticornis, den ihr Aymard gegeben, beibehalten möchte; ihre Hörner sind nämlich in einer merklich gestreckten Spirale aufgerollt und von weniger rundlichem

*) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde. Basel 1863.

Durchschnitt als bei Palaeoreas Lindermeyeri. Eine kleinere Species, ebenfalls von Coupet, zeigt im Gebiss alle Merkmale der Gazellen.

Fernere Antilopenreste im Umkreis des Mittelmeeres bieten die Knochenhöhlen von Pianosa im toskanischen Archipel. Skeletstücke und Gebisse, die mir B. Gastaldi von dort zusandte, liessen mich auch dort 2 Antilopen unterscheiden, welche ich einstweilen mit keiner andern fossilen Species zu parallelisiren vermag.

Allein auch weiter nördlich fehlen Antilopenreste keineswegs. Ein merkwürdiges Vorkommen der Art bilden die schwäbischen Bohnerze, aus welchen mir durch O. Fraas eine Anzahl von Antilopenzähnen zugekommen ist. Leider ist das Alter dieser Ueberreste nicht mit Sicherheit festzustellen, sondern scheinen daselbst Fossilien aus verschiedenen Perioden gemengt zu sein. Wenigstens schliesse ich das aus dem gleichzeitigen Vorkommen von Zähnen von Bos Taurus und Bos etruscus. Allein daneben finden sich Reste von mindestens zwei sehr grossen Antilopen-Arten.

Die eine ist bereits als Antilope erkannt und abgebildet in Jägers fossilen Säugethieren Württembergs. Stuttgart 1839, Pag. 22 Taf. 5, Fig. 43—54.

Das vollständige Fehlen aller accessorischen Säulen und Basalwarzen, sowie die fast gänzliche Verwischung der Mittelrippen an der Aussenwand oberer und Innenwand unterer Backzähne lässt diese Ueberreste, die an Grösse den Zähnen unseres Hausrindes nichts nachgeben, dem Gebiss von Strepsiceros, vielleicht auch demjenigen von Oreas, das ich nicht aus eigener Anschauung kenne, am nächsten stellen, und da dieses Gebiss sich von allen bisher aufgestellten fossilen Antilopen in sehr bemerklicher Weise unterscheidet, so scheint es passend, diese Zähne vorläufig mit dem Namen Antilope Jägeri zu bezeichnen.

Noch charakteristischer ist ein einzelner Zahn ähnlichen Vorkommens, den ich ebenfalls meinem Freunde O. Fraas verdanke. Er stammt ebenfalls aus den Bohnerzen Schwabens*) und hat das äussere Ansehen ächter Bohnerzpetrefacten. Ich bilde ihn unten ab in Taf. I. Fig. 7, 8. Wie man sieht, ist es ein erster oder zweiter oberer Backzahn ausgezeichnet durch den ungewöhnlich starken Innenpfeiler, der vom Vorjoch ausgeht und in der Usur eine grosse, dem innern Zahnrand entlang quer gelegte Schlinge darstellt. Dass der Zahn einer Antilope und nicht einem Rind angehört, wie die bedeutende Grösse könnte vermuthen lassen, wird belegt durch den Umstand, dass die mittlern Dentinsäulen der Aussenwand nicht so stark entwickelt sind wie bei Rindern und daher

*) „Aus der Bühler'schen Sammlung, wahrscheinlich aus der Umgegend von Ulm."

von den Seitenfalten der Aussenwand an Höhe merklich überragt werden, so dass die letztere immer noch 2 concave Felder darbietet, die überdies weit mehr coulissenartig gegeneinander verschoben sind, als bei Rindern. Ebenso fehlt die starke Cementbekleidung von Ochsenzähnen. Merkwürdig ist hier das Vorkommen einer Basalknospe an der Aussenwand eines obern Backzahnes. Unter heutigen Antilopen verhält sich das südafrikanische Genus Hippotragus Sundew. (Aegoceros Gray), in seinen beiden Species leucophaeus und niger, so überraschend gleich mit dem fossilen Zahn, dass ich kein Bedenken trage, dem letztern den Namen Hippotragus Fraasii beizulegen.

Hirsch- und Ziegen-Antilopen, Strepsiceren und Gazellen waren somit schon in frühern Perioden in Europa vertreten. Und dass auch Asien in ähnlichen Epochen bereits von Antilopen bevölkert war, zeigt der Catalog von Falconer über die Fossilien aus den Sivalischen Hügeln und der Insel Perim in dem Museum der asiatischen Gesellschaft von Bengalen. (Calcutta 1859.)

Wir dürfen nicht zweifeln, dereinst eine noch reichere Aernte an fossilen Antilopen in Afrika zu finden. Amerika, das noch heutzutage nur spärliche Uebergangsformen von Antilopen zu andern Genera beherbergt, hat einstweilen eine einzige fossile Antilope, A. Maquinensis aus den Knochenhöhlen Brasiliens geliefert.

4. Zahnsystem der Bovina.

Finden sich auch Merkmale genug, um die Bovina von den hornlosen und von den geweihtragenden Wiederkauern zu trennen, so sind dagegen die Anhaltspunkte zu ihrer Unterscheidung von den übrigen Hohlhörnern so spärlich, dass in Bezug auf alle grössern Abtheilungen derselben wiederholt Grenzstreitigkeiten stattgefunden haben oder noch bestehen. Fur die Bovina bezieht sich dies namentlich auf die Genera Ovibos, Budorcas, Catoblepas, Anoa, nach Sundewall ausserdem auch noch auf Portax, Oreas, Oryx und Addax.

Da wir uns hier nur mit dem Gebiss beschäftigen, dessen Incisivtheil schon oben besprochen ist, und auch in Bezug auf das Backzahngebiss die Charakteren der Cavicornia erörtert sind, so bleibt hier neben der speciellen Darstellung des Zahnsystems

der Bovina nur noch die Frage zu beantworten, ob dasselbe Anhaltspunkte bietet zur Unterscheidung von dem der Antilopen mit accessorischen Zahnsäulen.

Was vorerst die accessorischen Säulen anbetrifft, welche im Allgemeinen als ein constantes Merkmal oberer und unterer Backzähne von Bovina zu betrachten sind, so lassen sich, abgesehen von dem nach dem Alter der Zähne sehr verschiedenen Grade der Ausbildung unter den unbezweifelten Bovina folgende Gradationen hervorheben:

1. Poëphagus und Bison (europaeus, americanus und priscus) schwächste Ausbildung der accessorischen Säulen, so dass sie selten über die Zahnfurche, in welcher sie liegen, hinausragen, und auch im Durchschnitt einfache Schlingen bilden.*)

2. Taurus, d. h. der Inbegriff aller zahmen, selbst vieler vom Zebu gebildeten Varietäten, nebst den fossilen Arten Bos primigenius und etruscus. Säulchen häufig über den Umriss des Zahnes hinausragend und im Durchschnitt mehr oder weniger wellige oder lappige Schlingen bildend.

3. Bubalus in den indischen und afrikanischen Arten. Säulen vornehmlich am Oberkiefer stark über die Zahnwand vorragend und mannigfach gebogen oder gefaltet.

Nur bei Anoa sind diese Säulchen schwach und vorzugsweise auf die vordern Backzähne, nämlich den hintersten Milchzahn und den vordersten Molarzahn beschränkt.

4. Bibos. (Gaurus, Banteng.) Hier erreicht die Ausbildung dieser Säulen den höchsten Grad, indem sie, wenigstens an obern Zähnen, weit über die Furche, in deren Tiefe sie entstehen, hinausragen und sich dann an ihrer Peripherie so in die Quere ausdehnen, dass sie breite Dentinprismen bilden, welche vor der seitlichen Zahnfläche

---

*) Hier mag die Bemerkung beigefügt werden, dass Ovibos, falls man denselben zu den Rindern zählen wollte, worauf ich unten einlässlicher eintreten werde, jedenfalls diese Nebensäulchen im schwächsten Grade zeigt. Doch sind A. Wagner (in Schrebers Säugethieren) und neust auch Lartet (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 27. Juin 1864) zu weit gegangen, wenn sie dieselben dem Moschus-Ochsen ganz absprachen. Allerdings fehlen sie nach meinen Beobachtungen an ältern Schädeln oft gänzlich; allein in andern Fällen zeigen sie sich am Oberkiefer als kleine warzenförmige Ausbuchtungen der Kaufläche, welche die seitliche Zahnfurche sogar überbrücken und in eine Art accessorischer Marke verwandeln können; an Unterkieferzähnen habe ich sie dagegen nie gesehen; auch an der fossilen Form des Moschus-Ochsen, Bos canaliculatus, wiederholt sich nach Nordmann (Palaeontologie Süd-Russland's, Taf. XVIII bis. Fig. 5, 6) am Oberkiefer die Bildung der lebenden Art. Ich muss sogar schliessen, dass diese Säulchen, obschon nur in jüngern und mittlern Stadien der Zähne vorhanden, beim Moschus-Ochsen normal und nicht ausnahmsweise vorkommen. Siehe darüber unsere Tafel I.

Auch hierin liegt nebenbei ein Beleg der verschiedenen Natur dieser Theile an Oberkiefer- und Unterkieferzähnen.

In Bezug auf die Schneidezähne folgt Ovibos bekanntlich weit mehr den Schafen als den Rindern.

sich in ähnlicher Weise hinlagern, wie die entsprechenden Theile an den obern Zähnen des Pferdes.

Allein auch der übrige Zahnkörper der Bovina, mit Absehen von den Nebensäulchen, hat ein gewisses gemeinsames Gepräge, das etwa in folgender Weise bezeichnet werden kann.

Sämmtliche Backzähne zeichnen sich aus durch einen starken Cementüberzug, der manchmal eine eben so grosse Mächtigkeit erreicht wie bei Pferden, während er bei allen übrigen Wiederkauern, selbst bei den am nächsten stehenden Antilopen, nicht auffallend ausgebildet ist.

Das ganze Backzahngebiss trägt ein eigenthümlich massives Gepräge, das sich von demjenigen der meisten übrigen Wiederkauer unterscheiden lässt. Es wird hergestellt durch folgende einzelne Factoren:

Der Zahnkörper, in dem grössten Theil seines vertikalen Verlaufes, ist nahezu cylindrisch, ohne Verdickung und ohne Verdünnung in seinem Halstheile und auch nach der Kaufläche hin nur in geringem Maasse comprimirt. Die Durchschnitte, wenn auch im Anfang der Abtragung etwas gestreckter, bleiben sich doch im weitern Verlauf derselben ziemlich gleich, an obern Molaren nahezu quadratisch, an untern Molaren schmäler, aber immer in höhern Graden der Usur mehr oder weniger rechtwinklig begrenzt.

Die vordere und hintere Zahnhälfte sind unter sich eng verbunden, so dass weder an der Aussenwand oberer noch an der Innenwand unterer Molaren jene Coulissenstellung der beiden Zahnhälften merklich ins Auge tritt, die bei den meisten übrigen Wiederkauern so auffällig ist, umsoweniger, da der Cementüberzug die ohnehin schwachen Grenzfalten meist völlig einhüllt.

Gleichzeitig ist der Dentinkörper des Zahnes in allen seinen Theilen so verdickt und massiv, dass der Zahn, statt aus vier sichelförmig gebogenen Prismen, aus vier massiven Dentinsäulen besteht, welche so mit einander verbunden sind, dass die inneren Marken von früh an gänzlich von einander abgetrennt und auch seitlich vollkommen von Dentin umschlossen sind. Immerhin ist die Sichelform der ursprünglichen Querjoche auf der Innenseite oberer und auf der Aussenseite unterer Backzähne noch ausgesprochen, allein auch hier tritt die Höhe der Halbmondkrümmung nicht als blosse vorspringende Kante, sondern meist als dicke massive Säule aus dem Zahnumriss heraus; die tiefe Furche zwischen diesen Säulen wird dann eingenommen von den accessorischen Pfeilern.

Allein noch kräftiger sind die Dentinsäulen der Aussenwand oberer, der Innenwand unterer Zähne. In späteren Stadien der Abtragung sind sie oft vollkommen cylindrisch und ragen auswärts und einwärts so vor, dass sie dort über die Seitenfalten, mit denen

sie nur durch schmale Dentinbrücken verbunden bleiben, manchmal hinaustreten, hier die anfänglich sichelförmige Marke hufeisenförmig einengen.

Kleinere inselartige, aber tief in den Zahn hinabdringende hohle Säulen bilden sich überdies sehr allgemein in der Dentinbrücke, welche die obern Backzähne quer durchsetzt.

Die hintere Marke oberer Molaren ist überdies in jüngern Stadien der Abtragung jeweilen verzweigt, dadurch, dass von ihrem Hinterrand eine starke Dentinfalte tief in sie eindringt, auch wieder eine Analogie für ähnliche Bildungen beim Pferd.

An untern Backzähnen sind die Marken der geringeren Dicke des Zahnkörpers halber nicht hufeisen — sondern biscuitförmig.

Obere Praemolaren sind mehr oder weniger sichelförmig gestaltet, mit etwas schwächerer Mittelsäule der Aussenwand und der Innenwand, und mit trichterförmiger, sichelartiger oder querer, von frühe an vollständig umschlossener Marke.

Untere Praemolaren, an der massiven Bildung aller übrigen Zähne theilnehmend, besitzen ursprünglich die für Wiederkauer normalen Falten der Innenseite, allein auch wieder so verdickt, dass namentlich die zwei hintersten meist sehr früh unter sich verschmelzen, eine Zeit lang noch eine kleine abgeschlossene Marke als Spur der Trennung hinterlassend; nach dem vordern Ende der Zahnreihe hin verwischen sich schliesslich auch die übrigen Falten und verschmelzen unter einander so, dass ältere Zähne eine vollkommen einfache Usurfläche darbieten

Das Milchgebiss folgt innerhalb der ihm eigenthümlichen Formen überall diesem allgemeinen Gepräge.

Wenden wir diese Beschreibung an zu Aufsuchung der Grenzen der Bovina, so ergiebt sich folgendes.

Ziegen, Schafe und die Mehrzahl der Antilopen (Gazellen, Springböcke, Ziegen-Antilopen) unterscheiden sich von den Rindern leicht durch die Form der Incisiven, durch das fast durchgehende Fehlen accessorischer Säulen der Molaren, durch deutliche Coulissenstellung der Hälften derselben, durch die glatte oder gar concave, vorragender Mittelpfeiler entbehrende und nur durch scharfe Grenzfalten unterbrochene oder umrandete Aussenwand oben (Innenwand unten), durch andere Form der Marken und allgemein schlankeres Gepräge des Gebisses, das sich besonders auch an untern Praemolaren durch deutlichere Ausprägung der Innenfalten ausspricht.

Die Wüsten-Antilopen, Catoblepas, Bubalis, (nebst Oreas?) entbehren der für Rinder typischen Säulchen gänzlich. Allein überdies besitzen sie nicht das dicke Cement-

kleid der Zähne jener, und ferner sind ihre Praemolaren, sowohl im Oberkiefer als namentlich im Unterkiefer, mehr verkürzt und säulenförmiger, merklich weniger comprimirt als bei Rindern, denjenigen von Schafen und Ziegen ähnlicher; so bei Catoblepas und Acronotus. Bei Alcelaphus dagegen sind die Praemolaren noch gestreckter und faltiger, weniger reducirt als bei Rindern, denjenigen der Hirsche ähnlich.

Die letzte der oben gewonnenen Gruppen der Antilopen, die ungefähr mit den Hirsch-Antilopen Gray's zusammenfällt, hat allerdings in dem Besitz von Zahnsäulchen ein wesentliches Merkmal der Rinder, allein ihre einzelnen oben aufgezählten Glieder unterscheiden sich dennoch durchweg auch im Backzahngebiss durch verschiedene andere Merkmale von den Rindern: Tragocamelus nähert sich, wie schon gesagt, weit mehr der Giraffe; Kobus, mit sehr schwachen Säulchen im Oberkiefer, besitzt Praemolaren, die sich von denjenigen der Hirsche kaum unterscheiden und überdies starke vordere Querfalten (Compressionsfalten) unterer Molaren, die den Rindern fehlen. Oryx und Aegoceros dagegen, mit starken Nebensäulchen oben und unten, stehen dem Gepräge der Bovina schon sehr nahe, denn auch ihre Praemolaren sind denjenigen der Rinder viel ähnlicher, als bei Tragocamelus und Kobus; Unterschiede von den Rindern finden sich nur in folgendem: erstlich besitzen auch hier die untern Molaren deutliche quere Compressionsfalten am Vorderrand; ferner ist an obern Praemolaren das hintere Querjoch stärker angedeutet, als bei Rindern, wo Spuren davon kaum bemerkbar sind, und endlich überragen an der Aussenwand oberer Zähne die Seitenfalten immer noch den Mittelpfeiler um merkliches.

Als Ergebniss dieser freilich mit vielfach lückenhaftem Material durchgeführten Vergleichung möchte ich hinstellen, dass, so wenig auch das Gebiss scharfe Grenzen zwischen den verschiedenen Gruppen der Hohlhörner ziehen lässt, doch Merkmale auch für kleinere Gruppen bis auf Genera und Species hinab aufzufinden sind; freilich Merkmale, welche das Auge weit schneller und schärfer auffasst, als Worte sie beschreiben können, und Merkmale von oft so feiner Schattirung, dass sie sicher am richtigsten als leise Modificationen eines und desselben Zahntypus, als eben so viele Anpassungen an eine specielle Form der Ernährung und in weiterer Linie an locale Verhältnisse und Sitten beurtheilt werden.

Soll ich aber schliesslich noch dem unmittelbaren Eindruck Worte geben, den die Untersuchung an den Objecten selbst hinterlassen, so geht er dahin, dass ausser Anoa, welche ich unbedingt zu den Büffeln zähle, keine Antilope den Bovina im Gepräge des Gebisses näher steht als Catoblepas, während umgekehrt Ovibos sich auch im Gebiss sichtlich von den Rindern ablöst. Alle übrigen haben in den Charakteren des Gebisses,

vornehmlich mit den Ziegen und Schafen eben so viele Verwandtschaft als mit den Rindern.

Die specielle Beschreibung des Zahnsystems der einzelnen Genera und Species der Rinder kann sich nunmehr auf weniges beschränken und wiederum an die schon oben genannten Gruppen halten.

1. **Bos primigenius,** im fossilen Zustand und seinen heutigen zahmen Varietäten. **Bos indicus** in allen mir bekannten Formen von Buckelochsen; ferner die fossilen Arten **Bos etruscus** Falconer und **Bos intermedius** M. d. Serres. Tab. II Fig. 26 u. f.

Als gemeinschaftliche Merkmale dieser so reichliche Local- und Culturformen umfassenden Gruppe können aufgeführt werden:

Obere Molaren fast durchweg länger als breit. Dentinpfeiler der Aussenwand rundlich, nicht über die flügelartig vorstehenden Seitenfalten derselben hinausragend, die beiden Felder der Aussenwand also etwas concav. Innere Zahnprismen regelmässig halbmondförmig, ohne merklich vortretende Dentinpfeiler; accessorische Säule nach der Zahnwurzel hin oft aus dem Zahnumriss vortretend, oft mit etwas lappigem Durchschnitt. Praemolaren ebenfalls bedeutend länger als breit, Aussenwand stark concav, mit stark vortretenden Seitenrändern.

Untere Backzähne ebenfalls sehr gestreckt und schmal, Innenpfeiler cylindrisch, wenig vorragend, Seitenfalten stark, Aussenpfeiler regelmässig halbmondförmig, accessorische Säulen einfach, nicht vorragend. Praemolaren stark compress, mit starken Falten. Incisiven breit schaufelförmig.

Innerhalb dieses allgemeinen Bildes lassen sich nun aber noch einzelne, an grossen Reihen von Schädeln unverkennbare Modificationen hervorheben:

Unter den zahmen Rindern sind an **Bos frontosus** Fig. 43. 44, die Zähne oben und unten am meisten gestreckt und die Hauptpfeiler des Zahnes am schwächsten ausgebildet, die Marken daher mehr in die Länge gezogen, dagegen alle accessorischen und peripherischen Theile stark entwickelt, so die Seitenfalten an obern und untern Backzähnen, accessorische Säulen an obern Zähnen weit über den Zahn vorragend. Umriss der Backzähne oben und unten daher nicht viereckig, sondern durch die starken Seitenfalten schief erweitert. Praemolaren gestreckt, mit starken Falten. Incisiven sehr breit schaufelförmig. Das ganze Gebiss ist in jeder Beziehung auf Kosten der wesentlichen Theile zu grosser Ausdehnung und Oberfläche gebracht, nach der Peripherie hin reichlich entfaltet. Eigenthümlich ist auch die ganz verticale Stellung der Backzähne im Kiefer.

Die Form von **Bos brachyceros** weicht in ihrem Gepräge, wo es wohl ausgebildet

ist, von dem eben geschilderten ab. Hier treffen wir gerade die möglichste Concentration des Gebisses. Obere Backzähne fast quadratisch, in späteren Stadien selbst oft breiter als lang, die Dentinpfeiler im Ober- und Unterkiefer sehr kräftig ausgebildet, cylindrisch oder gar in die Quere ausgedehnt, die Marken daher von früh an hufeisenförmig, mit schwachen Falten, alle accessorischen Theile, Seitenfalten und Hülfssäulen schwach. Auch Unterkieferzähne kurz, kräftig dick, mit sehr starken Dentinpfeilern, Incisiven schmal, gedrängt. Endlich eine recht auffällige Form und Stellung des Zahnkörpers im Allgemeinen; sowohl im Ober- als im Unterkiefer sind die Zähne nicht regelmässig viereckig, sondern eigenthümlich verschoben, indem die obern ein nach hinten, die untern ein nach vorn schief verschobenes Viereck bilden; und hiemit stimmt die Stellung des Zahnes im Kiefer überein, indem die obern Zähne schief nach hinten, die untern durchweg stark schief nach vorn geneigt sind. Fig. 32. 33.

Die Form von **Bos primigenius** im wilden (fossilen) Fig. 26 27, und zahmen Zustand Fig. 37. 38, steht dem Typus von brachyceros näher als demjenigen von frontosus, oder mindestens in der Mitte beider. Von ersterm unterscheidet sie sich durch die verticalere Stellung der Backzähne, von letzterem durch die Kräftigkeit der centralen und die schwache Ausbildung der peripherischen Theile.

Eine Folge dieses verschiedenen Verhaltens ist auch die verschiedene Abtragung der Zähne. Indem die starken Dentincylinder von Bos primigenius und Bos brachyceros mehr Widerstand leisten, ragen sie auch in allen Stadien der Abnutzung aus der Kaufläche säulenartig hervor, während die Kaufläche sich gleichmässiger abträgt bei Frontosus. Fig. 6 Tab. II. der Fauna der Pfahlbauten stellt dies an Zähnen der zahmen Primigenius-Race, Fig. 27 unten an dem wilden Primigenius, beide aus Robenhausen, gut dar; auf die Primigenius-Race bezieht sich auch, wie man leicht sieht, die Beschreibung, die ich schon in der selben Arbeit Pag. 132 u. f. von dem Gebiss zahmer Rinder aus dem Steinalter der Schweiz gab. Eine vortreffliche Abbildung der Zähne von Bos primigenius giebt Nordmann in der Palaeontologie Süd-Russlands, Taf. XVIII bis, Fig. 1, 2.

Hier ist der Ort, auf einige, dem Bos primigenius jedenfalls sehr nahe stehende, allein vielleicht zu palaeontologischen Zwecken bis auf nähere Kenntniss abzuscheidende fossile Formen aufmerksam zu machen, deren Gebiss die Aufmerksamkeit schon auf sich gezogen hat.

So hat schon Marcel de Serres einen **Bos intermedius** aus den Knochenhöhlen von Lunel-Viel beschrieben, der so ziemlich in Vergessenheit gerathen zu sein scheint.*)

---

*) Ossemens humatiles de Lunel-Viel p. 205. Pl. XVII Fig. 8. Die auf derselben Tafel dargestellten

In neuerer Zeit fand ich Ueberreste, welche damit vollkommen übereinstimmen, in einer mir durch B. Gastaldi zugesendeten Knochensammlung aus Höhlen der Jnsel Pianosa im toscanischen Archipel.*) Ober- und Unterkieferzähne dieses Ochsen sind auffallend massiv, wie beim Bison im Oberkiefer fast von quadratischem Umfang; dabei von der Wurzel nach der Kaufläche so nach hinten gebogen, dass die vordere Seite des Zahnprisma's merklich convex, die hintere concav ist, wie bei Pferdezähnen. An obern und untern Zähnen sind vordere und hintere Zahnhälfte so symmetrisch mit einander verbunden, dass die ursprüngliche Coulissenstellung ganz verwischt ist. Alle vier Hauptpfeiler des Zahnes sind ungemein kräftig, so dass die Innenpfeiler an Maxillarzähnen durch seichte Furchen von den Seitenflächen abgetrennt sind. Die Zahnmarken sind hufeisenförmig mit lang ausgezogenen Hörnern und durch eine ungewöhnlich breite und regelmässige Dentinbrücke von einander abgetrennt. Die Hülfssäulen, an der Zahnwurzel versteckt, treten nach oben stark und bauchig über den Zahnumfang heraus. Auch die Seitenfalten sind an obern und untern Zähnen stark ausgebildet. Fig. 28. 29.

Offenbar gehört auch Bos fossilis von Nerubai bei Odessa, den Nordmann in der Palaeontologie Süd-Russlands beschreibt, in dieselbe Gruppe von Bos primigenius und ist wenigstens in seinem Gebiss schwer davon zu unterscheiden.

Bos etruscus Falconer, wovon ich eine Anzahl vollständiger Ober- und Unterkieferzahnreihen der Güte der Herren Prof. Jgino Cocchi in Florenz und Prof. Eug. Sismonda in Turin verdanke, steht in Bezug auf das Gebiss der Frontosus-Race am nächsten oder geht vielmehr noch darüber hinaus. Hier treffen wir Backzähne von noch gestreckterer Form als bei Frontosus, mit noch schwächern Dentinpfeilern und weit mehr vorragenden Seitenfalten und Hülfspfeilern; die erstern stehen an beiden Rändern und in der Mitte der Aussenwand oberer Zähne stark flügelartig vor, so dass die Felder derselben stark vertieft sind, und der accessorische Innenpfeiler ragt weit über den Zahnumriss vor. Unsere Abbildung Fig. 47. 48. stellt Zähne (M. 2 u. 1) von etwas jüngerem Alter dar als bei den übrigen Zeichnungen. Und um diese starke Ausbildung peripherischer Theile noch zu erhöhen, so finden sich an 4 von 5 vollständigen Unterkiefern und an einer Anzahl isolirter

übrigen Zähne gehören ohne Zweifel dem Bos primigenius an und nicht dem Bison, dem M. de Serres sie zuschreibt, ein Grund mehr, den Bos intermedius nicht leichtlich zu übersehen.

*) Nebst Ueberresten eines Büffels, mehrerer Arten von Hirsch und Antilope, ferner Equus fossilis in der von mir (Fossile Pferde) beschriebenen Form; Asinus fossilis, merkwürdiger Weise durch dieselben Merkmale von Equus asinus verschieden, wie das fossile Pferd vom lebenden; Ursus spelaeus, Ueberreste von Vulpes, Mustela und einem grossen Raubvogel.

Zähne, die vor mir liegen, selbst accessorische Säulchen an der Innenwand, Bildungen, welche ebenso als excessive Verstärkungen zu beurtheilen sind, wie die ähnlichen Säulchen an der Aussenwand des Oberkieferzahnes von Hippotragus Fraasii.*)

Phoëphagus grunniens bildet in seinem Gebiss eine Mittelstufe zwischen den vorigen Rindern und den Bisonten. Dasselbe verhält sich in Bezug auf Form und Stärke der Backzähne wie bei Bos frontosus und etruscus. Auch beim Grunzochsen sind die Zähne im Allgemeinen unkräftig, schmal und lang, mit schwachen Dentinpfeilern aber ziemlich stark ausgebildeten Aussenfalten; dagegen sind die accessorischen Pfeiler sehr schwach entwickelt, in noch geringerem Maasse als bei Primigenius und brachyceros. Der vorderste untere Backzahn, P. 3 ist sehr verkürzt, etwa wie bei Schafen und Ziegen. Die Incisiven sind etwas schmäler und schlanker als bei Taurus. S. unten Fig. 39. 40.

Ebenso schmal sind die Schneidezähne bei **Bisonten**, wo sie überdies weit steiler gestellt sind als bei der Gruppe von Taurus, so sehr, dass sie in stark abgenutztem Zustande cylindrische Stifte von vertikaler Stellung bilden, die einen sehr kleinen Raum einnehmen und vielmehr dem Incisivgebiss von alten Schafen oder Steinböcken ähnlich sehen, als demjenigen von Rindern.

Das Backzahngebiss von Bisonten Fig. 34. 35. ist in einzelnen Zähnen von demjenigen grosser Ochsen sehr schwer zu unterscheiden, wenn auch ein allgemeines Gepräge ganzen Zahnreihen einen gewissen Genus-Stempel aufdrückt. Wie schon in der Fauna der Pfahlbauten, Pag. 76. angegeben wurde, sind die Zähne von Bisonten im allgemeinen von compacterem Bau, als bei Primigenius und Taurus; die Umrisse quadratischer, die Zahnhälften inniger mit einander verbunden, die Grenzfalten schwach, dagegen die Hauptpfeiler stark ausgebildet und letztere namentlich in der ganzen Höhe des Zahnes von ziemlich gleich bleibender Stärke, so dass der Zahn eine regelmässigere Säule bildet als bei Taurina. Die accessorischen Säulen treten weder an Unterkieferzähnen, noch an denjenigen des Oberkiefers aus dem Umriss der Zahnkrone hervor; die Schmelzschlingen (Marken) der Kaufläche sind in allen Altersstufen einfacher als bei den Taurina und namentlich auch die Stärke der Emailbekleidung stärker als bei diesen. Die Praemolaren sind im Verhältniss zu den Molaren merklich grösser und massiver als bei Taurus.

Gute Abbildungen aus verschiedenen Altersstufen des Bison europaeus geben Bojanus

*) An M. 1 und M. 2 sind diese inneren Basalwarzen unterer Backzähne am häufigsten, doch finden sich auch selten Spuren davon an M. 3. Diesem Reichthum accessorischer Theile entspricht das hier nicht seltene Vorkommen eines zweiten Säulchens an der Aussenseite von M. 3.

Nova Acta Acad. Nat. Cur. XIII. 2. 1827, Tab. XXII. Owen, Odontography Pl. 134 Fig 4 und Nordmann, Palaeontologie Süd-Russlands Heft III. 1859. Pl. XVIII bis. Fig. 3, 4, wo der Contrast mit den Zähnen von Bos primigenius Fig. 1, 2 sehr grell ins Auge tritt. Der Text pag. 203 hebt auch denselben in ähnlicher Weise hervor, wie es hier geschieht. Endlich, für die fragliche fossile Species Bison latifrons S. Leidy Smithsonian contributions, December 1852 Tab. II.

Nach dem mir zugänglichen Material zeigen sich nun innerhalb dieser allgemeinen Physiognomie des Bison-Gebisses folgende Abstufungen: Am schwächsten ist das Gebiss bei Bison americanus, wo es sich höchstens durch geringe Hulfssäulchen und ausgesprochenere Säulenform des Zahnes im Ganzen von Taurus unterscheidet. Eigenthümlich ist wenigstens an einem mir vorliegenden ziemlich jungen Schädel dieser Art die starke seitliche Compression oberer und unterer Zähne in grösserer Entfernung von der Wurzel, so dass längere Zeit der Durchschnitt nicht breiter ist und die Zähne kaum kräftiger erscheinen als bei Taurus, während allerdings dann gegen die Wurzel hin die Dicke der Zähne sehr rasch und fast plötzlich zunimmt. Obere Molaren besitzen an diesem Schädel bei 33—35 Mm. Länge nur eine Breite von 17 Mm., Unterkieferzähne auf 33 Mm. Länge nur 14 Mm. Breite. Die Marken sind dabei natürlich sehr einfach gebildet, einfach in die Quere gedehnt und faltenlos. Kräftiger, massiver ist es bei dem fossilen Bison priscus und erhält seine grösste Stärke bei Bison europaeus. Ueber diese letzte Species liegt mir zwar, namentlich aus den Pfahlbauten, ein reiches Material vor; allein nichtsdestoweniger würde es mir schwer fallen, durch Beschreibung das zu ersetzen, was das Auge meistens mit einiger Sicherheit zu erkennen vermag; ich betone nur nochmals, dass hier die regelmässig und rechtwinklig viereckige mächtige Säulengestalt der Zähne ihre volle Ausbildung erreicht: die Hauptpfeiler des Zahnes sind dabei meist vollkommen cylindrisch, allein ohne an obern Zähnen aus dem Zahnumriss vorzutreten, die schwächern oder Halbmondpfeiler sind ebenfalls so sehr als möglich in die Quere gedrückt und nahezu cylindrisch, die Aussenfalten und Aussenpfeiler bleiben ebenfalls innerhalb des viereckigen Zahnumrisses, der an älteren Maxillarzähnen oft vollkommen quadratisch ist.

Endlich sei erwähnt, dass ich auch hier nicht seltene Fälle von den exceptionellen Verstärkungen beobachtete und zwar an Ober- und Unterkieferzähnen, welche ich bei Hippotragus Fraasii und bei Bos etruscus erwähnt habe; als ob hier eine Tendenz obwaltete, innerhalb des ohnehin schon an sich compacten Zahnes noch alle Lücken mit Dentin auszufüllen, welche in dem viereckigen Zahnumrisse noch offen blieben.

Die wilden Ochsen-Arten von Süd-Asien bilden eine fernere Gruppe von Rindern,

welche ausser den gemeinschaftlichen Eigenthümlichkeiten im Skelet auch durch gemeinsames Gepräge des Gebisses ausgezeichnet sind. Es gehören dahin **Bibos Gaurus** Fig. 36. und **Banteng** Fig. 30. 31. Beide zeichnen sich aus durch excessive Ausbildung der accessorischen Säulen. Vornehmlich an Maxillarzähnen ragen diese Gebilde hier in der Regel weit über die sie bergenden Zahnfurchen hinaus und legen sich dann ausserhalb derselben platt an die Zahnseite an, so dass ihre Endschlinge lappig und stark in die Länge gezogen ist. Es wiederholt sich also hier der nämliche Charakter, den wir unter Antilopen bei Hippotragus und Oryx erwähnten, und er allein würde genügen, Zähne solcher Ochsen auf den ersten Blick erkennen zu lassen. Doch sei beigefügt, dass an Unterkieferzähnen diese Säulen merklich schwächer sind als am Oberkiefer, so dass sie die Grade nicht übertreffen, welche sie schon etwa bei Bos frontosus besitzen, während dann allerdings die Oberkiefersäulchen weit stärker ausgebildet sind als dort.

Abgesehen von diesem speciellen Charakter erinnert das Gebiss dieser Ochsen am meisten an dasjenige der Bisonten. Auch hier compacte Säulenform des Zahnes und symmetrische Verbindung der beiden Zahnhälften zu einem regelmässigen, mehr oder weniger viereckigen Prisma, aus dessen Umriss nur die obern Hülfssäulchen hinausragen.

Doch tritt hier noch ein anderes Merkmal hinzu, das fast eben so charakteristisch ist, wie das früher genannte. Aehnlich wie bei dem fossilen Bos intermedius M. de Serres bilden hier die schwächern der vier Hauptpfeiler des Zahnes nicht blos Halbmonde wie etwa bei den meisten Formen von Taurus; auch sind sie nicht so gleichmässig verdickt und in die Quere gezogen wie bei Bison, sondern ihre Mitte bildet mehr oder weniger unabhängige cylindrische Pfeiler, die als solche aus dem Zahndurchschnitt deutlich vorragen, und mit der Nachbarschaft durch dünne Dentinbrücken verbunden sind. Aussen- und Innenpfeiler eines Zahnes sind daher hier einander ähnlicher, als in irgend einer andern Gruppe der Bovina, oder selbst der Cavicornia überhaupt; und diese Tendenz zur Verstärkung der sonst immer schwächern Halbmondpfeiler setzt sich selbst unverkennbar bis in die Praemolaren fort.

Unter den Species, welche nach jetziger Kenntniss diese Gruppe von Ochsen zusammensetzen, zeigt der javanische Ochse oder der Banteng die geringere Kräftigkeit seines Gebisses. Vordere und hintere Zahnhälften sind hier durch tiefer eindringende und weitere Seitenfurchen von einander getrennt und auch die innern Marken weiter und trichterförmiger, während Bos Gaurus in Bezug auf Compactheit der Zähne den europäischen Bison übertrifft. Ueberdies sind hier die beiden Aussenpfeiler oberer Backzähne nicht nur cylindrisch, sondern selbst in dem Breitendurchmesser doppelt so stark ausgedehnt

als im Längsdurchmesser, so dass sie nach Aussen und nach Innen sehr stark vortreten. Allein dabei sind sie gleichzeitig auch scharf begrenzt und nur durch schmale Dentinbrücken abgetrennt von den Seitentheilen, welche als Randfalten dann um so schärfer sich abheben.

Eine letzte Gruppe der Rinder bilden die **Büffel**, mit welchen ich schon oben die sogenannte Antilope (Anoa) depressicornis von Celebes und Java vereinigt habe.

Bei keiner Gruppe der Rinder, obschon gerade diese im Schädelbau sich so weit von den andern unterscheidet, erscheint es schwerer, das charakteristische Merkmal ihres Gebisses herauszufinden, als bei dieser. Und doch ist auch hier ein gemeinschaftlicher Zug da, der alle diese Formen vereinigt. Ich bezeichne ihn vielleicht am richtigsten, wenn ich die Büffel die Plicidentien unter den Bovina nenne. Sind auch hier keineswegs so reichliche Fältelungen der Emaildecke wie bei Pferden da, so ist doch der compacte Zahnbau, der die Bisonten und die Bibovina bezeichnet, hier am meisten verschwunden, und der Zahn mehr aufgelöst, ich möchte sagen, entfaltet, die peripherischen Theile auf Kosten der centralen mehr entwickelt, der ganze Zahn also mehr geschwächt als selbst bei Taurina.

Bubalus indicus zeigt dies in allen Theilen des Gebisses. Kein Wiederkauer besitzt so ausgedehnt breite Schneidezähne wie dieser und hier allein zeigen sie selbst eine seichte Faltung, welche am äussersten und breitesten Zahn fast zur Lappenbildung führt, wie bei der Giraffe.

An obern Backzähnen Fig. 45. ist die Krone, wenigstens in jüngern Stadien, unregelmässiger als bei irgend einem andern Glied der Cavicornia; alle Schmelzfalten sind stärker ausgesprochen, treten mehr vor, die Pfeiler und Halbmonde sind unregelmässiger, der ganze Zahn ist mehr plicident als bei andern Rindern, und wenn auch die accessorischen Säulen nicht so excessiv entwickelt sind als bei Bibos, so treten sie doch weit und wellig aus dem Zahnumriss vor. Auch an den Praemolaren tritt eine ganze Anzahl von Schmelzfältchen nach innen und aussen vor.

Noch unregelmässiger ist die Bildung der untern Backzähne Fig. 46. Dieselben sind in die Länge gestreckt und schmal, ihre Dentinpfeiler compress, die vordere und hintere Schlussfalte reichlich nach innen gebogen und namentlich auch die Praemolaren sehr gestreckt und auffallend faltig, im hintern Theil ungewöhnlich schmal und mit allen Falten des Hirschzahnes ausgerüstet. Auch ist die Coulissenstellung der beiden Zahnhälften mindestens im Unterkiefer hier stärker ausgeprägt als bei den übrigen Ochsen. Eine Cementrinde von ungewöhnlicher Dicke umgiebt die Zähne.

Die in Africa einheimischen Büffel nehmen an diesem Gepräge des Gebisses von Bubalus nahezu vollen Antheil; bei **Bubalus caffer** und **brachyceros** sind die Hülfspfeiler an obern und untern Zähnen selbst stärker entwickelt, die von ihnen gebildeten Schmelzschlingen daher mehr vorragend und lappiger als beim indischen Büffel. Fig. 41. 42.

Weit regelmässiger und zierlicher ist dagegen das Gebiss von **Bubalus** (Anoa) **depressicornis** das sich in vielen Beziehungen demjenigen von Antilopen, namentlich von Catoblepas, annähert. S. Fig. 49 — 51.

Schon die Schneidezähne sind weit gestreckter und schlanker als beim gewöhnlichen Büffel, obschon auch hier, sehr verschieden von Antilopen, der äusserste der breiteste ist und eine Spur einer Lappenbildung erkennen lässt.

An obern Backzähnen sind indess die accessorischen Säulen sehr schwach ausgebildet und kommen meistens nur an M. 1 (und an D. 1) deutlich zum Vorschein; allein im übrigen sind die Zähne zierlich gebildet, compact, die beiden Halbmonde, wo sie mit den einander zugekehrten Hörnern zusammentreffen, umschliessen hier meist eine mittlere kleine Marke. An den Praemolaren fehlen indess die kleinen Fältchen in der Marke nicht, und überdies finde ich fast durchgängig eine kleine Schmelzinsel im hintern Rand der Kaufläche als Beleg der hier befindlichen doppelten Falte an den entsprechenden Bubalus-Zähnen.

Auch die Unterkieferzähne dieses kleinen insular-asiatischen Büffels besitzen die accessorischen Pfeiler nur an M. 1 (und D. 1 Fig. 50.) gut ausgebildet. Allein sonst sind die Zähne wieder zierlicher als bei Bubalus; dagegen ist es von Interesse, dass auch hier wieder die Coulissenstellung der vordern und hintern Zahnhälfte besonders deutlich ausgesprochen ist, weit mehr als etwa bei Gnu; an M. 1 fand ich sogar an den meisten Schädeln, die ich untersuchen konnte, die sogenannte Innenwand aufgelöst wie beim Hirsch, so dass sich die vordere Marke direct nach Aussen öffnet. Die Praemolaren zeigen wie beim Büffel vier tief hinabgehende Falten an ihrer Innenseite. P. 3 fehlt im erwachsenen Alter durchweg spurlos und auch im Milchgebiss beobachtete ich an der Stelle von D. 4 jeweilen nur eine ganz rudimentäre Spur einer einstigen Alveole.

Während demnach Anoa wenigstens in seinen hintern Backzähnen manchen Antilopen ähnlicher ist als den Büffeln, bleiben seine Praemolaren und Incisiven dem Zahntypus von **Bubalus** getreu.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren stellen Gebisstheile der **rechten** Kopfseite dar.

Tab. I.

Anoplotherium commune Fig. 1. *M.* 1 *sup.* Fig. 3. *P.* 1. *sup.* Fig. 4. *P.* 2. *sup.* Fig. 9. *M.* 1. *inf.* Fig. 10. *P.* 1. *inf.*
Equus Caballus Fig. 13. *D.* 3. *inf.*
Equus fossilis Fig. 14. *D.* 2. *inf.*
Cervus Elaphus Fig 2. *M.* 2. *sup.* Fig. 5. *P.* 2. *sup.* Fig. 12. *P.* 2. *inf.* Fig. 19. *P.* 1 — 3 *inf.*
Cervus Alces Fig. 15. *M.* 2. *inf.* Fig. 16. *P.* 1 — 3. *inf.*
Cervus Tarandus Fig. 18. *P.* 1 — 3. *inf.*
Hippotragus Fraasii Schwäbische Bohnerze Fig. 7. 8. *M.* 2 *sup.*
Hippotragus niger Fig. 11. *Oberkieferreihe.*
Kobus ellypsiprymnus Fig. 17. *Unterkieferreihe.*
Catoblepas Gnu Fig. 22. *Unterkieferreihe.* Fig. 24. *M.* 2. 3. *sup.*
Ovibos moschatus Fig. 20. *Oberkieferreihe.* Fig. 21. *M.* 1. 2. *sup.* Fig. 23. *Unterkieferreihe.*
Ovibos Pallasii Fig. 25. *M.* 1 — 3 *sup.* nach Nordmann Palaeontol. S. Russland's.
Bos Taurus (frontosus) Fig. 6. *P.* 1. *sup.*

Tab. II.

Bos primigenius Robenhausen. Fig. 26. 27. *M.* 3 *sup. u. inf.*
Bos Taurus (primigenius) Lyme-Hall Fig. 30. 31. *M.* 3. *sup. u. inf.*
Bos brachyceros Algier Fig. 28. 29. *Ebenso.*
Bos Taurus (frontosus) Saanen. Fig. 32. 33. *Ebenso.*
Bos intermedius Pianosa. Fig. 36. 37. *M.* 1. 2. *sup.*
Bos etruscus. Toscana. Fig. 34. 35. *M.* 1. 2. *sup. u. inf.*
Bos sondaicus Fig. 42. 43. *M.* 2. 3. *sup. u. inf.*
Bos Gaurus Fig. 44. *Oberkieferreihe.*
Bos grunniens Fig. 40. *M.* 1. 2. *D.* 1. *sup.* Fig. 41. *M.* 1. 2. *D.* 1. *inf.*
Bison europaeus Bialowitz. Fig. 38. 39. *M.* 3. *sup. u. inf.*
Bubalus indicus Fig. 47. *M.* 1. *P.* 1. *sup.* Fig. 48. *M.* 2. 3. *inf.*
Bubalus caffer Fig. 45. 46. *M.* 2. 3. *sup. u inf.*
Bubalus (Anoa) depressicornis Fig. 49. *Oberkieferreihe.* Fig. 50. *M.* 1. *D.* 1. *inf.* Fig. 51. *M.* 2 — *P.* 2. *inf.*

Anmerkung. Ein Versehen in der Bezifferung der Figuren von Tab. II. nöthigt zu folgenden Correkturen des Textes:

Pag.	59.	Zeile	3	von oben	lies	Fig.	47.	statt	45.
„	95.	„	11	„ unten	„	„	32. 33.	„	43. 44.
„	96.	„	12	„ oben	„	„	28. 29.	„	32. 33.
„	96.	„	14	„ „	„	„	30. 31.	„	37. 38.
„	97.	„	14	„ „	„	„	36. 37.	„	28. 29.
„	97.	„	9	„ unten	„	„	34. 35.	„	47. 48.
Pag.	98.	Zeile	11	von oben	lies	Fig.	40. 41.	statt	39. 40.
„	98.	„	17	„ „	„	„	38. 39.	„	34. 35.
„	100.	„	2	„ „	„	„	44.	„	36.
„	100.	„	3	„ „	„	„	42. 43.	„	30. 31.
„	101.	„	14	„ unten	„	„	47.	„	45.
„	102.	„	4	„ oben	„	„	45. 46.	„	41. 42.



Fig. 1.3.4.9.10. *Anoplotherium comune* Fig. 2.5.12.19. *Cervus Elaphus* Fig. 13. *Equus Caballus.* Fig. 14. *Equus fossilis.* Fig. 15. 16. *Cervus Alces.* Fig. 18. *Cervus Tarandus.* Fig. 7.8. *Hippotragus Fraasii.* Fig. 11. *Hippotragus niger.* Fig. 17. *Kobus ellypsiprymnus.* Fig. 22. 24. *Catoblepas Gnu.* Fig. 20. 21. 23. *Ovibos moschatus.* Fig. 25. *Ovibos Pallasii. Bos Taurus.*

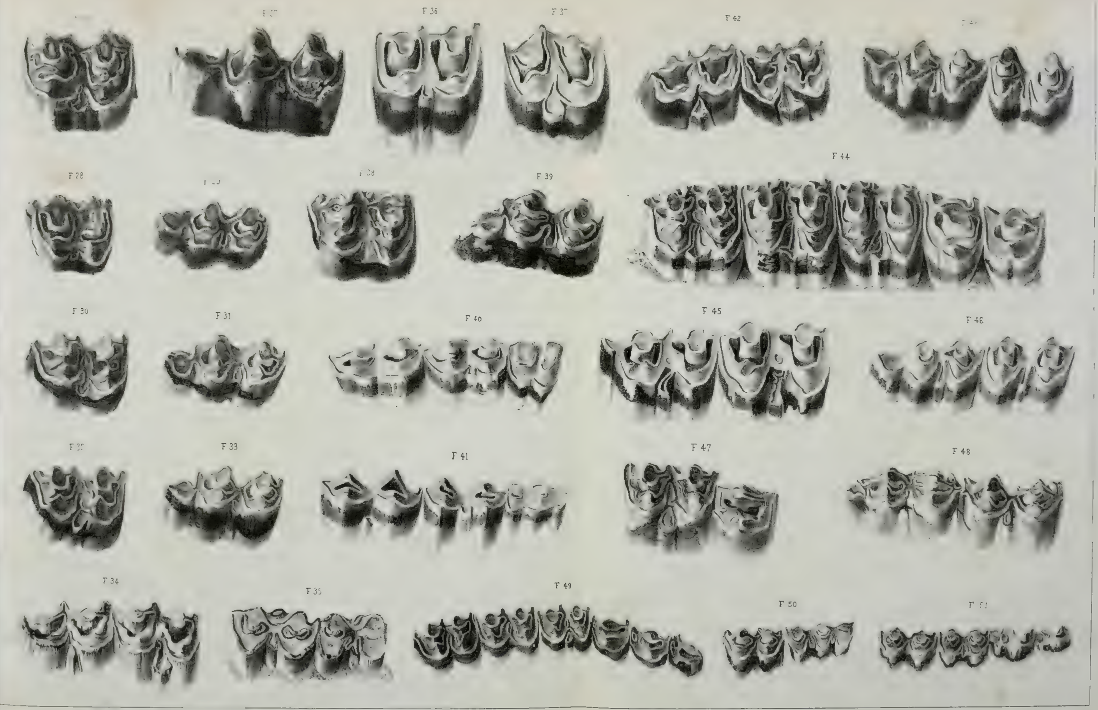


Fig. 26 27 Bos primigenius ([illegible]) _ Fig 28 29 Bos brachyceros [illegible] _ Fig 30 31 Bos primigenius [illegible] _ Fig 32 33 Bos frontosus [illegible] Fig 34 35 Bos etruscus [illegible] Fig 36 37 Bos intermedius [illegible] Fig 38 39 Bison europaeus [illegible] –
Fig. 40 41. Bos grunniens._ Fig. 42.43. Bos sondaicus._ Fig. 44 Bos Gaurus._ Fig. 45.46. Bubalus caffer._ Fig. 47. 48. Bubalus indicus._ Fig. 49-51. Bubalus (Anoa) depressicornis._

Versuch

einer

natürlichen Geschichte des Rindes

in seinen

Beziehungen zu den Wiederkauern im Allgemeinen.

Zweite Abtheilung.

Von

Prof. **L. Rütimeyer.**

Das Linné'sche Genus Bos
in seinen fossilen und lebenden Vertretern.

Schädelbau und Skelet.

Es würde weit über meine Hülfsmittel hinausgehen, gleich einlässlich, wie es für das Zahnsystem geschah, das Skelet der Wiederkauer in vergleichender Weise zu durchgehen. Eine solche Arbeit könnte nur bei fortwährender Vorlage der Objecte selbst und also nur in einem der grossen Sammlungscentra ausgeführt werden. In Hinsicht auf die vielfachen Lücken meiner Materialien muss ich mich daher nicht nur auf den Hauptgegenstand meiner Arbeit, auf die Bovina beschränken, sondern auch an dieser kleinen Gruppe meine Aufmerksamkeit vornehmlich nur auf den Schädelbau richten.

Bevor ich mich indess dieser Aufgabe zuwende, scheint es mir am Platz, noch zwei kleine Gruppen von Wiederkauern zu besprechen, deren Verhältniss zu den Rindern am häufigsten Gegenstand des Streites war. Es sind dies die Genera Catoblepas und Ovibos, die einzigen, deren Beziehung zu Bos noch eine besondere Erörterung erheischt, da ich von den früher schon genannten streitigen Species die Mehrzahl den Antilopen zuzählte, Anoa dagegen den Büffeln unterordne und daher dort behandeln werde.

Catoblepas Gray.

Forster und Thunberg haben dieses Genus zu Bos, Sundewall zu den Bovina gestellt. Die Litteratur s. in Gray's Catal. Brit. Mus. Ungulata furcipeda p. 119 etc.

In Bezug auf das Gebiss ergab sich schon oben, dass Catoblepas die Form der Schneidezähne mit den Rindern theilt, während die Backzähne durch vollständige Ab-

wesenheit accessorischer Säulen, geringe Stärke des Cementüberzuges und stark verkürzte [illegible] Gestalt der Praemolaren, namentlich des Unterkiefers sich eher dem Gepräge der Schafe und Ziegen nähern. I. Abth. p. 81. 87. 93. Tab. I. Fig. 22. 24.

Am Schädel, den ich freilich nur von einer Species dieses Genus, vom Gnu kenne, lehrt uns von vorne herein die beim erwachsenen Männchen so excessive Anschwellung der Hornbasen, welche wie bei den afrikanischen Büffeln und bei dem Moschus-Ochsen fast bis zur gegenseitigen Berührung in der Mittellinie des Schädels führen kann, das schwächer behornte weibliche Thier zum Vorbild und Ausgangspunkte der Vergleichung zu nehmen.

Hier zeigt sich vor Allem, dass von den für die Bovina bezeichnenden osteologischen Merkmalen eines der wichtigsten am Gnu nicht eintrifft, indem bei ihm die Occipitalfläche ausschliesslich aus dem Hinterhauptsbein gebildet ist, die Parietalzone dagegen horizontal auf der Schädeloberfläche zurückbleibt und von jener durch die Lambdoidkante getrennt ist. Doch ist sie dabei sowohl auf der Oberfläche des Schädels als in der Schläfe kurz und schmal, so dass der Ansatz der Hörner dennoch sehr nahe an der Occipitalkante stattfindet; gleichzeitig dehnt sich die Stirn in Folge des seitlichen und horizontalen Abgangs der Hörner seitwärts ergiebig über die Schläfengrube aus. Trotz der horizontalen Parietalzone verhält sich daher der Hinterkopf weit ähnlicher den Rindern und namentlich den Büffeln, deren Parietalzone ebenfalls nur theilweise in der Occipitalfläche liegt, als irgend einer Antilope. Auch die seitliche Ausdehnung der Occipitalfläche im Mastoidtheil, das weite Vortreten des knöchernen Gehörganges und die starke Ausbildung des Processus vaginalis, der das Unterkiefergelenk nach hinten begrenzt, entspricht zumeist den Büffeln. Ebenso die Schläfengrube, die nur seitwärts und nach hinten offen ist, da sie nicht nur oben vom Stirnbein überdacht wird, sondern auch nach unten ihr Boden, durch ein grosses Foramen temporale in zwei deutliche Stufen getrennt, seitwärts weit vorspringt.

Die Augenhöhlen sind stark nach vorn gerichtet und treten nur sehr wenig über den seitlichen Schädelumriss hinaus; Jochbogen und hinterer Augenbogen sind kräftig. Der Orbitalrand ist oben am Thränbein tief eingeschnitten und unmittelbar vor dieser Stelle verdickt sich Thrän- und Stirnbein zu einem starken Höcker, der nach innen die seichte Supraorbitalrinne begrenzt — alles Merkmale, die namentlich bei Büffeln wiederkehren und unter Antilopen fehlen.

Eigenthümlich ist die starke Abtrennung von Augenhöhle und Schläfengrube durch einen weit vorspringenden Fortsatz der Ala minor (sammt Temporale und selbst Parietale), der nach aussen das grosse trichterförmige For. spheno-orbitale begrenzt und vollkommen

von der Schläfengrube abtrennt. Dieser Fortsatz ist bei Ochsen ebenfalls, obschon nicht in dem Grade ausgebildet, bei Büffeln nur angedeutet, bei Bisonten und Hirschen schwach, bei Antilopen in allen Graden, allein so mächtig wie beim Gnu nur bei Acronotus ausgebildet.

Der Gesichtsschädel des Gnu ist auffallend lang und comprimirt, die Wangenfläche vertikal mit lang gestreckter Masseterfläche, die Nasenbeine sind lang und in longitudinaler Richtung deutlich gewölbt. Die Zwischenkiefer dringen tief zwischen Nasenbein und Oberkiefer hinauf und enden vorn breit und quer. Das Thränbein bildet eine lange schmale Zone, die sich nach vorn nicht erweitert, ohne sichtbare Thränengrube und ohne Knochenlücken; von dem Nasenbein ist es durch eine lang vorgeschobene Spitze des Stirnbeins getrennt. Der Thränengang öffnet sich innerhalb des Orbitalrandes und unter ihm liegt eine sehr tiefe, blinde Drüsengrube wie bei Büffeln.

In allen diesen Merkmalen folgt das Gnu weit eher den langköpfigen Antilopen, wie namentlich Acronotus und Alcelaphus als den Bovina; auch die Détails der Schädelbasis verhalten sich sehr ähnlich wie bei Acronotus.

Bei dieser Betrachtung löst sich demnach die eigenthümliche Physiognomie des Schädels vom Gnu in zwei Factoren auf; einerseits finden wir ein Hinterhaupt und Hirntheil von Bubalus und zwar, worüber die Form der Hörner, der Bau der Hirncapsel, die Bildung der Choanen keinen Zweifel lässt, der Gruppe der afrikanischen Büffel und speciell Bubalus brachyceros am nächsten stehend; andrerseits einen Gesichtsschädel von ähnlichem Gepräge und Ausführung wie bei manchen Antilopen, vornehmlich Acronotus und Alcelaphus, wie ja auch schon das Gebiss Merkmale der Rinder und der Antilopen vereinigt.

Welche Merkmale werden nun der unbarmherzigen Systematik schwerer wiegen? Mir scheint die Entscheidung davon abzuhängen, welche Merkmale ältern Rechtes seien, eine Frage, über welche jugendliche Schädel und auch das Milchgebiss entscheiden müssen. Allein wenn mir auch diese Materialien dermalen nicht zur Hand sind, so macht mich doch die Betrachtung, dass Schädel- und Gebissform des Rindes an sich als terminale, excessive Bildungen zu beurtheilen sind, und dass selbst im Alter die Parietalzone des Gnu trotz ihrer grossen Verkürzung ihre horizontale Lage beibehalten hat, zu der Ansicht geneigt, dass Catoblepas eine bis zum Grade der Büffel modificirte Antilopenform repräsentirt, indem die aufsteigenden Stammlinien nothwendig nur zu Formen führen können, welche dem Antilopentypus noch treuer geblieben sind, als es beim Gnu der Fall ist.

Allerdings mag eine Diagnostik, welche sich nur an einzelne schliessliche Resultate hält, Recht haben, das Gnu zu den afrikanischen Büffeln zu stellen. Allein eine Würdigung der genetischen oder der Familienzüge scheint mir vielmehr dem Gnu seine Stellung

bei den Antilopen anzuweisen, von welchen es sich einstweilen noch nicht in so erheblichem Grade entfernt hat wie die Buffel.

Ovibos Blainv.

Litteratur: Cuvier Oss. foss. IV. p. 133 und 155. Fischer Synops. Mammal. p. 494. A. Wagner in Schreber's Säugethieren. Naturgeschichte des Rindes, p. 234. Owen Quart. Journ. Geol. Soc. 1856. p. 124. Gray Cat. Brit. Mus. Ungul. furcip. p. 43.

Die erste genauere Beschreibung dieses Thieres verdanken wir Cuvier, sowie auch vortreffliche Abbildungen eines männlichen Schädels aus dem Camper'schen Cabinet (Pl. X. Fig. 15 — 17) und zweier fossiler Schädel (Pl. XI. Fig. 6. 7. XII. p. 9. 10). Cuvier hat auch auf das Fehlen der accessorischen Säulen der Backzähne aufmerksam gemacht, und, wenn auch nicht nach den Originalien, einige Unterschiede zwischen der lebenden und der fossilen Form herausgehoben, welche dann später den Namen Bos Pallasii und Bos canaliculatus erhielt.

Hamilton Smith Anim. Kingdom. Supplem. to the Order Rumin. p. 372 hat dann zuerst die Stellung des Moschusochsen unter den Bovina in Frage gezogen, indem er geneigt ist, denselben zu Catoblepas zu zählen; doch hält er selbst wieder das letztere Genus den Rindern näher verwandt als den Antilopen (a. a. O. p. 366).

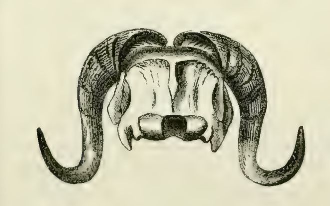
Die neuern Arbeiten über dieses in den Sammlungen immer noch seltene Thier beschränken sich auf die vortrefflichen Abbildungen in Gray's Catalog, welche Tab. V. Fig. 1. 2. einen erwachsenen männlichen und Tab. V. b. Fig. 1. 2. einen jungen männlichen, Fig. 3. 4. einen jungen weiblichen Schädel darstellen. Fossile Formen beschrieben in neuerer Zeit Leidy (Bootherium) Smithson. Contrib. 1852. Owen Quart. Journ. Geol. Soc. 1854 und Lartet Compt. rendus de l'Academie des Sciences Juin 1864, (Ebendas. 21. Aug. 1865 mit dem Nachweis von der Gleichzeitigkeit dieses Thieres mit dem Menschen im Süden von Frankreich).

Meine eigenen Beobachtungen erstrecken sich auf zwei vollständige Skelete (männlich und weiblich) und zwei fernere männliche Schädel im Museum von Leyden, sowie auf einen vierten männlichen Schädel in dem Senkenbergischen Museum in Frankfurt.

Der auffälligste Charakterzug des Schädels des Moschus-Ochsen besteht in der Form und Richtung der Hörner; diese wenden sich von ihrem Ansatzpunkt direct über und hinter den Augenhöhlen plötzlich über die Schläfe hinab und hart an dieser vorbei zunächst nach unten und erst im weitern Verlauf nach vorn und aussen, bis endlich die Spitzen

sich wieder nach oben und hinten richten. Gleichzeitig schwellen sie beim männlichen Thier mit zunehmendem Alter an der Basis ausserordentlich in Breite und Dicke an, so dass sie schliesslich als zwei mächtige Höcker die ganze Schädeloberfläche hinter den Augenhöhlen überdecken, nur in der Mitte eine tiefe Furche zwischen sich lassend (Cuvier Pl. X. Fig. 15. — 17. Owen Fig 1 — 6.). Schon Cuvier erinnert an die Aehnlichkeit dieser Bildung mit den Hörnern des Gnu und des capischen Büffels, mit welchem letzteren auch Owen den Moschus-Ochsen unter dem Namen Bubalus moschatus zusammenstellt. Abgesehen von dieser grossen Ausdehnung und Abplattung der Hörner an der Wurzel, ist ihr Durchschnitt rundlich. Beim weiblichen Thier sind die Hörner viel schwächer, schlanker und bleiben an ihrem Ansatz durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt. Der knöcherne Hornzapfen besteht, wie Lartet zeigte, aus schwammiger Knochensubstanz mit einfacher Höhlung an der Basis, wie beim Schaf, und sehr verschieden von der cavernosen Bildung bei Ochsen. Die Hornscheiden sind blass horngelb gefärbt, der Länge nach faserig gestreift und nur am Anfang mit schuppigen queren Ringen versehen, während sie beim Büffel und Gnu schwarz sind und beim erstern quere, derbe Falten tragen.

Zur Vergleichung des Schädels mit demjenigen anderer Cavicornia müsssen wir natürlich von der excessiven Modification alter männlicher Thiere absehen, und uns an jüngere männliche oder an weibliche Thiere haltne.



1. Ovibos moschatus ♀

Hïer tritt dann sofort in die Augen, dass der Schädel des Moschus-Ochsen sich in den wesentlichsten Merkmalen von demjenigen aller Bovina unterscheidet. Er besitzt eine vollkommen horizontale Parietalzone ohne seitliche Ueberdachung der Schläfe durch das Stirnbein, ferner ungewöhnlich vorragende Augenhöhlen und tiefe Thränengruben, alles Merkmale, welche wir sonst nur bei manchen Antilopen und bei Schafen finden. Durchgehen wir diese Züge im Einzelnen.

Der ganze Schädel ist beï ältern Thieren ausgezeichnet durch ausserordentlich massive Knochensubstanz, welche ihm ein ungewöhnliches Gewicht giebt. Trotz der nicht bedeutenden Grösse des Schädels können die Wandungen der Hirnkapsel die Dicke von mehreren Zollen erreichen; unter allen Wiederkauern findet sich solche Mächtigkeit der Knochenmasse höchstens noch bei Büffeln, vornehmlich bei Bubalus caffer. (S. den

Durchschnitt des Parietale an einem jungen weiblichen Schädel bei Lartet Fig. 2. und an einem erwachsenen männlichen Schädel in unserm Holzschnitte 2.)

Die Occipitalfläche (Holzschnitt 1; ferner Cuvier Pl. X. Fig. 17. Owen Fig. 1. 4.) ist in jeder Beziehung von derjenigen aller Bovina verschieden. Sie ist vollkommen vertikal, d. h. rechtwinklig zur Schädeloberfläche gestellt, fast ohne merkliche Vorsprünge. Sie besteht wie bei Antilopen und Schafen nur aus dem Hinterhauptsbein und der Hinterfläche der Schläfenknochen. Ihr Umriss ist, in den Grenzen des Os occipitis selbst, nahezu quadratisch, mit seitlicher Einschnürung, welche aber mehr als ausgefüllt wird durch die schmale aber hohe Hinterfläche der Schläfenbeine. Die Condyli occipitis treten gar nicht, die Processus exoccipitales kaum aus dem quadratischen Umriss heraus. Von der Mitte des obern Randes dringt ein starker rauher Kamm tief in die Mittellinie des Occiput hinab; am obern Rand liegen daneben, in der Occipitalkante, starke rauhe Muskelvertiefungen. Die Schläfengrube ist in der hintern Ansicht nicht sichtbar, weil sie durch eine vorstehende Mastoidkante verdeckt wird; sonst müsste sie in der ganzen Höhe der Seitenränder des Occiput zu Tage kommen.

Durch diese Gestalt unterscheidet sich das Hinterhaupt des Moschusochsen sehr erheblich von demjenigen aller Rinder, bei welchen diese Fläche weit mehr in die Quere ausgedehnt und meist mehr oder weniger dreieckig gestaltet ist und überdies den mächtigen Aufsatz der Parietalzone und des Frontalwulstes erhält, welche dem Moschusochsen ganz fehlen. Allein ausserdem stehen bei Rindern allgemein die Exoccipitalfortsätze und der Mastoidtheil des Schläfenbeines weit seitlich, die Condyli nach hinten über die Hinterhauptsfläche hinaus.

Nur die Bisonten, bei welchen aber wiederum mindestens ein Parietalwulst noch auf der Hinterhauptsfläche aufgesetzt ist, und die Schläfe als tiefer Einschnitt in der hintern Ansicht sichtbar wird, kommen einigermassen dem Moschus-Ochsen nahe. Noch näher und unter allen Wiederkauern am nächsten kommt ihm das Schaf, wo nur die Processus exoccipitales weit stärker ausgebildet sind und die Occipitalfläche mehr in die Quere gedehnt ist.

Allein es finden sich bei Moschus-Ochsen hier noch einige ganz specielle Eigenthümlichkeiten, die besondere Erwähnung verdienen.

Die Condyli occipitis, von fast viereckigem Umriss, verschmelzen an der Basis des Occiput ergiebig untereinander und bilden eine Gelenkfläche, welche nach Art der Rinder nach vorn in zwei queren Höckern des Basi-occipitale eine Grenze findet; allein dabei dehnt sich dieselbe in sehr eigenthümlicher Weise beiderseits über den Umfang der Condyli

hinaus bis auf einen Höcker, eine Art zweiten Condylus, der mitten zwischen dem eigentlichen Condylus und dem Processus exoccipitalis steht. Die überknorpelte Gelenkfläche des Hinterhauptes zerfällt dadurch in verschiedene Felder, welche auch im Atlas ihren Abdruck finden, nämlich die Knorpelfläche der Condyli selbst, die vor ihnen median herliegende Knorpelfläche der Basis occipitis und die zwei seitlichen Felder der accessorischen Condyli.

Ich kenne unter lebenden Thieren keine Analogie zu dieser auffälligen Bildung des Hinterhauptgelenkes, welche wohl in Beziehung stehen wird zu dem unverhältnissmässigen Gewicht des Kopfes. Höchstens finde ich bei dem Gnu und beim Schaf hier und da kleine Spuren solcher seitlichen Ausdehnung der Condyli. Unverkennbar wiederholt sich indess diese Bildung bei Bootherium (s. Leidy a. a. O. Pl. III. Fig. 2. und V. 2.).

Die Schädeloberfläche ist durch die Lambdoidnath vom Hinterhaupt rechtwinklig abgetrennt und besteht aus einer schmalen und vollkommen horizontalen Parietalzone und einer ausgedehnten, die Hornansätze und die Augenhöhlen umfassenden Frontalzone. Die Parietalzone liegt an jüngern und an weiblichen Schädeln vollkommen frei zu Tage (Gray Tab. V. b. Lartet Fig. 1.) und wird selbst bei maximaler Ausbildung der Hörner nie ganz von diesen verdeckt (Gray Tab. V. Cuvier Pl. X. Fig. 17.). Nach vorn dringt das Parietale mit seiner mittlern Spitze etwas zwischen die Frontalia ein, seitlich senkt es sich unter Bildung einer schwachen Grenzkante, aber ohne ein vorragendes Dach zu bilden, ziemlich rechtwinklig in die Schläfe hinunter (Gray Tab. V. b. Fig. 1. 3. und Lartet Fig. 3, sowie unsere zwei Holzschnitte). Es ist dies somit, wie auch Lartet hervorhebt, durchaus dasselbe Verhalten, wie bei allen Wiederkauern mit vorragendem Occiput, z. B. Gnu, Schaf etc., während schon bei Bisonten und noch vielmehr bei den übrigen Rindern die Parietalzone seitlich die Schläfe überdacht. Auch hierin steht Bootherium ganz auf der Seite von Ovibos. In der Mitte der Parietalzone findet sich an dem fossilen Schädel, den Lartet abbildet, eine eigenthümliche Vertiefung.

Höchst eigenthümlich verhält sich nunmehr der frontale Antheil der Schädeloberfläche, nicht nur in Folge des schon geschilderten Ansatzes der Hörner im hintersten Winkel der Frontalia, sondern namentlich in Folge der ungewöhnlich weit nach aussen (und selbst etwas nach oben) und röhrenartig vorragenden Augenhöhlen. Junge Thiere (Gray Tab. V. b) verhalten sich zwar in dieser Beziehung kaum anders als etwa alte Bisonten, allein an alten Schädeln des Moschusochsen ragen die Orbitae vollkommen horizontal nach aussen, wie die Gelenkzapfen einer Kanone.

Ausser den Bisonten und Bootherium findet sich etwas ähnliches bei keinem Wieder-

kauer als bei Schafen und beim Kameel. Allein immer vertritt Ovibos einen ganz excessiven, selbst vom Kameel nicht übertroffenen Grad dieser Bildung, weil an ihm die Schädelkapsel nach hinten nicht an Breite zunimmt, wie bei Bison und Schaf, sondern gleich breit ist wie vor den Augenhöhlen. Fig. 2. Pl. V. bei Gray und noch mehr unsere nebenstehende Abbildung eines alten erwachsenen Schädels in Leiden, an welchem die Hörner abgetragen sind, machen dies deutlich; gleichzeitig erhellt daraus, dass der so typische Charakter der Bovina, seitliche Ueberdachung der Schläfe durch die Frontalia in ihrer ganzen Ausdehnung, bei Ovibos so gut wegfällt, wie die Ausdehnung der Stirnbeine bis an die Occipitalfläche. Auch das Gnu ist hierin weit verschieden vom Moschus-Ochs, und die nächste Analogie findet sich wirklich nur beim Schaf. Besässe Ovibos die Knickung der Stirn des Schafes, so böte die Oberflächen-Ansicht seines Schädels überraschende Aehnlichkeit mit dem Schafschädel. Und bei Bootherium bombifrons ist diese Knickung allerdings, wenn auch in geringem Grad, vorhanden.



2. Ovibos moschatus. ♂. 1/6.

Dem Schaf folgt dann auch ferner in jeder Beziehung die Bildung des Thränenbemes. Vorerst haben auch Ovibos und Bootherium eine tiefe Thränengrube, wie kein einziges Rind sie besitzt, die sich mit dem Thränenbein an der Orbitalrohre rechtwinklig nach aussen biegt, um den Rand der Augenhöhle zu erreichen. Das Thränenbein selbst hat einen rundlichen Umriss und bildet nicht eine so deutliche horizontale Zone wie bei Schafen und Rindern; nach vorn nimmt es beträchtlich an Breite zu, ohne indess in so ausgedehnte Verbindung mit dem Nasenbein zu treten, wie beim Rind. Das Foramen lacrymale, sehr tief und rundlich, liegt ganz innerhalb der Orbita wie beim Schaf, und auch das Foramen supraorbitale ist wie bei diesem meist einfach und hat nur eine ausführende, keine zuführende Rinne.

Die Nasenbeine sind an der Basis breit, verjüngen sich stark und rasch nach vorn, enden hinten mit stumpfem, vorn mit spitzem Winkel und zeigen eine starke quere und eine schwächere longitudinale Wölbung wie beim Schaf. Die Zuspitzung des Gesichtes nach vorn erfolgt viel rascher und vollständiger als bei irgend einem Rind, ganz in der-

selben Weise wie beim Schaf, oder selbst in noch stärkerem Grade (Owen Fig. 5); namentlich biegen sich die etwas gewölbten Ossa incisiva nach vorn rasch zu einer scharfen Spitze zusammen, wie dort. Die Schnauze zeigt daher nichts von der queren vordern Abstumpfung wie bei allen Rindern und auch bei dem Gnu.

In der Seiten-Ansicht, wovon namentlich Gray vortreffliche Bilder giebt, machen sich zunächst die schon bemerkten Charaktere anschaulich, die Verlängerung der Parietalzone über den Hornansatz hinaus, sofern nicht die Hörner eine excessive Breite erreicht haben, das Vorragen der Augenhöhlen, die Zuspitzung des Gesichtes. Doch ist wohl zu bemerken, dass diese Zuspitzung in vertikaler Weise lange nicht so vollständig ist, als in horizontalem Sinne, oder vielmehr sich nur auf den Incisivtheil beschränkt: denn die Maxillae nehmen bis zu ihrem vordern Ende kaum stärker an Höhe ab, als bei den meisten Rindern, ja selbst weniger als bei Büffeln und gar etwa beim Gnu. Auch in dieser Beziehung steht das Schaf mit freilich im gesammten weit kürzerem Schädel dem Moschus-Ochsen sehr nahe.

Fernere Eigenthümlichkeiten der Seiten-Ansicht sind folgende: schon aus der hintern Ansicht des Schädels ergab sich, dass die Schläfe auch nach unten nicht den weit vorspringenden horizontalen Boden besitzt wie bei Rindern, sondern nur schwach begrenzt ist, wie unser horizontal durchschnittene Schädel (Holzschnitt 2.) zeigt: wieder ein Verhalten, das sich namentlich bei Schafen wiederholt. Der Jochbogen, an seiner Wurzel höher und stärker als bei letzteren und in Folge der seitlichen Ausdehnung der Augenhöhlen noch weiter vom Schädel abstehend, wie beim Rind, schliesst sich rasch dem Schädel an, wie beim Schaf. Die Crista masseterica, sehr kräftig ausgesprochen, geht ziemlich tief unter der Augenhöhle durch, um vor derselben rasch und fast senkrecht (wenigstens in alten Schädeln, weniger an jungen) abzufallen nach dem Wangenhöcker, der über dem ersten Backzahn liegt. Auch hierin wiederholen sich zumeist die Verhältnisse des Schafs, wo zwar die Masseterfläche bis unmittelbar an den Augenhöhlenrand hinaufreicht. Der untere Rand des Thränenbeins bleibt weit über der Masseterkante zurück, allein verläuft ihr doch nahezu parallel, wie etwa beim Bison, doch ohne dass sich dieser Knochen so weit nach vorn zuspitzt wie bei diesem, während er, wie schon gezeigt, beim Schaf nur eine schmale horizontale Zone bildet. Das For. infraorbitale liegt weiter zurück und steht über dem hintern Ende der Praemolarreihe, statt über dem vordern, wie sonst bei Wiederkauern; ein ähnliches Beispiel bietet sonst nur das Kameel, in geringerem Grade aber wiederum Ziege und Schaf.

Die Incisiva endlich bleiben weit unter dem Nasalrand zurück, wie bei Bison, Bibos und hie und da bei den afrikanischen Büffelarten.

Das Brustbein besteht aus viereckigen, fast cubischen Stücken von wahrhaft colossaler Dicke (bis über 40 Mm.), wofür ich kein ferneres Beispiel kenne.

Das Schulterblatt ist schmäler und länger als bei Kuh und Schaf, demjenigen des Bison sehr ähnlich, das Becken aber durch die sehr gestreckte Form von dem aller Rinder sehr verschieden; letzteres, wie auch dasjenige vom Schaf, besitzt ein breiteres Ilium und vornehmlich ist an ihm der hintere Theil des Ischion sehr stark in die Höhe gezogen, während er bei dem Moschus-Ochsen wie das ganze übrige Becken nur in die Länge gestreckt ist; die Gemse, Ziege, der Steinbock kommen ihm in dieser Beziehung am nächsten.

Der Humerus hat ein Foramen nutritium an seiner hintern Fläche. Sein unterer Kopf ist ganz anders als bei Rind und Schaf, mit sehr breiter und schief nach innen geneigter innerer Rolle, die sich nur höchst allmählig nach aussen verjüngt, und mit sehr seichter Einschnürung und flacher Mittel-Rippe zwischen beiden Rollflächen. Der Steinbock steht dem Moschus-Ochsen hierin am nächsten.

Der Radius ist von der Ulna gänzlich abgetrennt. Sein oberer Kopf entspricht der Gelenkrolle des Humerus, sein unterer Kopf ist über der Gelenkfläche plötzlich viereckig erweitert. Die Ulna hat ein kurzes, wenig breites Olecranon und verjüngt sich nach unten so sehr, dass sie nur mit einer feinen Spitze noch den erweiterten Gelenkkopf des Radius erreicht. Abgesehen von der starken Abtrennung der Ulna, wovon ich kein ferneres Beispiel unter den Wiederkauern kenne (bei der Gemse geht diese Ablösung lange nicht so weit), möchte ich auch den Vorderarm des Moschus-Ochsen am ehesten mit demjenigen des Steinbocks vergleichen. Von accessorischen Metacarpalknochen sah ich an den zwei Skeleten in Leiden nichts; doch folgt daraus nicht, dass sie wirklich fehlen.

Der Femur liess kein Foramen nutritium wahrnehmen; seine Form ist derjenigen des Steinbocks ähnlich, wie auch die Tibia; auffällig ist an dieser die obere Gelenkfläche, deren äussere Hälfte sehr stark nach hinten vorsteht und gleichzeitig nach aussen und hinten abfällt, während die innere Hälfte horizontal liegt; die Eminentia [illegible] ist sehr niedrig.

Die Nagel-Phalangen sind massiv, dick, kantig, nach der Spitze stark einwärts (gegen die Mittellinie) gebogen. Etwas ähnliches zeigt Bubalus. Noch mehr gebogen sind die Klauen, die schon Hamilton Smith abgebildet hat (Griffith Anim. Kingd. Suppl. to the Order of Rumin. pag. 366; und Vasey, Delineations of the Ox tribe, pag. 117).

Die Längen-Verhältnisse der Extremitäten-Segmente verhalten sich folgendermassen:*)

---

*) Diese Maasse mussten, wie die folgenden, die damit verglichen werden, am zusammengesetzten Skelet entnommen werden und geben die volle Länge des ganzen Knochens; die darauf gebauten Schlüsse

Humerus	315		Femur	345
Radius	285	(Ulna 370)	Tibia	315
Carpus und Metacarpus	210		Tarsus und Metatarsus	310
Metacarpus allein . .	166		Metatarsus allein . .	175

Reduciren wir dies auf 1 für den Metacarpus, so erhalten wir:

Humerus . . .	1. 9	Femur . . .	2. 08
Radius	1. 7	Tibia	1. 9
Metacarpus . .	1.	Metatarsus . .	1. 05

Vergleichen wir hiemit einige andere Wiederkauer, so ergiebt sich, dass in dem Längenverhältniss der Extremitäten-Segmente der Moschus-Ochs dem Büffel ziemlich gleich zu stehen scheint; beide zeichnen sich aus durch relativ kurze Mittelfussknochen und gradative Längenzunahme der Glieder-Segmente von unten nach oben.

	Taurus.	Bison europ.	Bubalus indicus.	Zebu.	Ovis.	Ibex.	Ovibos.
Humerus	1. 5	1. 76	1. 8	1. 37	1. 33	1. 48	1. 9.
Radius.	1. 5	1. 6	1. 6	1. 37	1. 37	1. 41	1. 7.
Metacarpus	1.	1.	1.	1.	1.	1.-	1.
Femur	1. 9	2. 2	2. 1	1. 65	1. 58	1. 8	2. 08.
Tibia	1. 8	2. 2	2.	1. 7	1. 83	2. 1	1. 9.
Metatarsus	1. 14	1. 2	1. 13	1. 15	1. 08	1. 04	1. 05.

Angesichts der nunmehr mitgetheilten Merkmale vom Schädelbau, Skelet und Gebiss (Abtheilung I. Pag. 91. Tab. I. Fig. 20. 21. 23. 25) des Moschus-Ochsen kann das Urtheil über seine Beziehungen zu den übrigen Wiederkauern nicht sehr schwanken. Man kann sich der Evidenz nicht verschliessen, dass unter diesen keine Gruppe ein ähnlicheres Verhalten zeigt, als diejenige der Schafe und Ziegen; der erheblichste Unterschied, der sich aus der Vergleichung ergab, besteht in der eigenthümlichen Richtung und Form der Hörner des Moschus-Ochsen, deren Ansatzpunkt indess derselbe ist, wie bei Schafen, und in dem Fehlen der den Schafen zukommenden Knickung der Schädeloberfläche: doch ist bemerkt worden, dass wenigstens Bootherium bombifrons hierin eine Analogie mit den Schafen bietet.

Auf der andern Seite weisen uns dann gerade diese Merkmale, welche den Moschus-

---

sind daher gewiss weniger sicher, als wenn die Maasse an den einzelnen Knochen, d. h. von Gelenk zu Gelenk, mit Absehen von den darüber ausragenden Apophysen, genommen worden wären.

Das Brustbein besteht aus viereckigen, fast cubischen Stücken von wahrhaft colossaler Dicke (bis über 40 Mm.), wofür ich kein ferneres Beispiel kenne.

Das Schulterblatt ist schmäler und länger als bei Kuh und Schaf, demjenigen des Bison sehr ähnlich, das Becken aber durch die sehr gestreckte Form von dem aller Rinder sehr verschieden; letzteres, wie auch dasjenige vom Schaf, besitzt ein breiteres Ilium und vornehmlich ist an ihm der hintere Theil des Ischion sehr stark in die Höhe gezogen, während er bei dem Moschus-Ochsen wie das ganze übrige Becken nur in die Länge gestreckt ist; die Gemse, Ziege, der Steinbock kommen ihm in dieser Beziehung am nächsten.

Der Humerus hat ein Foramen nutritium an seiner hintern Fläche. Sein unterer Kopf ist ganz anders als bei Rind und Schaf, mit sehr breiter und schief nach innen geneigter innerer Rolle, die sich nur höchst allmählig nach aussen verjüngt, und mit sehr seichter Einschnürung und flacher Mittel-Rippe zwischen beiden Rollflächen. Der Steinbock steht dem Moschus-Ochsen hierin am nächsten.

Der Radius ist von der Ulna gänzlich abgetrennt. Sein oberer Kopf entspricht der Gelenkrolle des Humerus, sein unterer Kopf ist über der Gelenkfläche plötzlich viereckig erweitert. Die Ulna hat ein kurzes, wenig breites Olecranon und verjüngt sich nach unten so sehr, dass sie nur mit einer feinen Spitze noch den erweiterten Gelenkkopf des Radius erreicht. Abgesehen von der starken Abtrennung der Ulna, wovon ich kein ferneres Beispiel unter den Wiederkauern kenne (bei der Gemse geht diese Ablösung lange nicht so weit), möchte ich auch den Vorderarm des Moschus-Ochsen am ehesten mit demjenigen des Steinbocks vergleichen. Von accessorischen Metacarpalknochen sah ich an den zwei Skeleten in Leiden nichts, doch folgt daraus nicht, dass sie wirklich fehlen.

Der Femur liess kein Foramen nutritium wahrnehmen; seine Form ist derjenigen des Steinbocks ähnlich, wie auch die Tibia; auffällig ist an dieser die obere Gelenkfläche, deren äussere Hälfte sehr stark nach hinten vorsteht und gleichzeitig nach aussen und hinten abfällt, während die innere Hälfte horizontal liegt; die Eminentia cruciata ist sehr niedrig.

Die Nagel-Phalangen sind massiv, dick, kantig, nach der Spitze stark einwärts (gegen die Mittellinie) gebogen. Etwas ähnliches zeigt Bubalus. Noch mehr gebogen sind die Klauen, die schon Hamilton Smith abgebildet hat (Griffith Anim. Kingd. Suppl. to the Order of Rumin. pag. 366) und Vasey, Delineations of the Ox tribe. pag. 117).

Die Längen-Verhältnisse der Extremitäten-Segmente verhalten sich folgendermassen:*)

---

*) Diese Maasse mussten, wie die folgenden, die damit verglichen werden, am zusammengesetzten Skelet entnommen werden und geben die volle Länge des ganzen Knochens; die darauf gebauten Schlüsse

Humerus	315		Femur	345
Radius	285	(Ulna 370)	Tibia	315
Carpus und Metacarpus	210		Tarsus und Metatarsus	310
Metacarpus allein . .	166		Metatarsus allein . .	175

Reduciren wir dies auf 1 für den Metacarpus, so erhalten wir:

Humerus . . .	1. 9	Femur . . .	2. 08
Radius	1. 7	Tibia	1. 9
Metacarpus . .	1.	Metatarsus . .	1. 05

Vergleichen wir hiemit einige andere Wiederkauer, so ergiebt sich, dass in dem Längenverhältniss der Extremitäten-Segmente der Moschus-Ochs dem Büffel ziemlich gleich zu stehen scheint: beide zeichnen sich aus durch relativ kurze Mittelfussknochen und gradative Längenzunahme der Glieder-Segmente von unten nach oben.

	Taurus.	Bison europ.	Bubalus indicus.	Zebu.	Ovis.	Ibex.	Ovibos.
Humerus	1. 5	1. 76	1. 8	1. 37	1. 33	1. 48	1. 9.
Radius.	1. 5	1. 6	1. 6	1. 37	1. 37	1. 41	1. 7.
Metacarpus	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Femur	1. 9	2. 2	2. 1	1. 65	1. 58	1. 8	2. 08.
Tibia	1. 8	2. 2	2.	1. 7	1. 83	2. 1	1. 9.
Metatarsus	1. 14	1. 2	1. 13	1. 15	1. 08	1. 04	1. 05.

Angesichts der nunmehr mitgetheilten Merkmale vom Schädelbau, Skelet und Gebiss (Abtheilung I. Pag. 91. Tab. I. Fig. 20. 21. 23. 25) des Moschus-Ochsen kann das Urtheil über seine Beziehungen zu den übrigen Wiederkauern nicht sehr schwanken. Man kann sich der Evidenz nicht verschliessen, dass unter diesen keine Gruppe ein ähnlicheres Verhalten zeigt, als diejenige der Schafe und Ziegen; der erheblichste Unterschied, der sich aus der Vergleichung ergab, besteht in der eigenthümlichen Richtung und Form der Hörner des Moschus-Ochsen, deren Ansatzpunkt indess derselbe ist, wie bei Schafen, und in dem Fehlen der den Schafen zukommenden Knickung der Schädeloberfläche: doch ist bemerkt worden, dass wenigstens Bootherium bombifrons hierin eine Analogie mit den Schafen bietet.

Auf der andern Seite weisen uns dann gerade diese Merkmale, welche den Moschus-

---

sind daher gewiss weniger sicher, als wenn die Maasse an den einzelnen Knochen, d. h. von Gelenk zu Gelenk, mit Absehen von den darüber ausragenden Apophysen, genommen worden wären.

Ochsen von den Schafen unterscheiden, allerdings zu den Bubalina, d. h. zu den Rindern mit mehr oder weniger horizontal vortretender Parietalzone, und zwar zu derjenigen Abtheilung derselben, welche mit normal gebildeten Choanen Hörner mit basaler Anschwellung verbindet, nämlich zu den afrikanischen Büffeln. Das Schaf einerseits, Bubalus brachyceros anderseits sind osteologisch als die nächsten Verwandten des Moschus-Ochsen zu bezeichnen. Allein während er mit jenem (im weitesten Sinne des Wortes) fast alle Details des Schädel- und Skeletbaues theilt, sind die Aehnlichkeiten mit dem Büffel auf die Art der Ausbildung der Waffen und auf analoge Statur beschränkt und somit sicher von weit geringerem Gewicht als die reichlichen und intimen Beziehungen zu den Schafen; letztere scheinen somit auf wirklicher Verwandtschaft zu beruhen, während jene nur sehr secundärer, man möchte fast sagen zufälliger Art zu sein scheinen.

Die natürliche Verwandtschaft scheint mir daher, so weit wir darüber urtheilen können, weit richtigeren Ausdruck zu finden, wenn wir den Moschus-Ochsen als einen Repräsentanten der Ovina betrachten, dessen Lebensverhältnisse, Art der Bewegung, der Vertheidigung etc. mancherlei Analogien mit denjenigen der südafrikanischen Büffel bieten mögen, als wenn wir ihn, wie bisher allgemein geschehen ist, den Bovina einreihen, mit welchen er durch so schwache Fäden verbunden ist. Die Blainville'sche Bezeichnung Ovibos ist daher wohl mit allem Recht festzuhalten.

Es fehlt mir an eigenen Beobachtungen, um einer hieher passenden Bemerkung mehr als das Gewicht einer blossen Vermuthung zu geben. So wie ich mich zur Verfolgung des Stammbaumes von Ovibos am ehesten unter den Schafen umsehen möchte, so scheint im Continent von Asien eine parallele Form durch Budorcas vertreten zu sein, dessen Beziehungen zu Ovibos einerseits, zu dem Gnu anderseits schon Hodgson bemerkt hat.*) Die Zusammenstellung auf Taf. V. von Gray's Catalogue führt die grosse Aehnlichkeit des Schädelbaues von Ovibos und Budorcas lebhaft vor Augen.

Unter den Thieren, welche bei einer Aufsuchung von Bindegliedern für Ovibos und Budorcas in den Vordergrund kommen, scheinen aus sehr natürlichen Gründen Mazama und Ovis Ammon in erster Linie zu stehen. Den Schädel von Mazama kenne ich indess nicht; derjenige von Ovis Ammon fällt desshalb ausser Betracht, weil er durch die colossale Ausdehnung seiner Hornansätze, die einen vollkommen queren Stirnwulst und eine verticale Parieto-Occipital-Wand erzeugen, sich als eine sehr extreme oder vielmehr eine

*) Von Budorcas konnte ich bisher nur einen sehr unvollständigen Schädel untersuchen, der namentlich des Gebisses entbehrte. Auch die sehr spärliche Litteratur über dieses Thier war mir nicht zugänglich.

eigentliche Grenz- und Schlussformen unter den Schafen ausweist; Ovis Ammon bildet, so wenigstens im männlichen Geschlecht, unter den Schafen eine vollständige Parallele zu der männlichen Form von Bibos unter den Rindern.

Die frühere geographische Verbreitung von Ovibos bringt denselben in nähere Beziehung zu einigen seiner Verwandten als sein gegenwärtiger Wohnort dies vermuthen liesse, indem derselbe bekanntlich in fossiler Form sich nicht nur bis nach Sibirien, sondern auch nach Süd-Europa verbreitet, so dass die ungeheuren Distanzen, welche ihn heute von Budorcas und gar von Bubalus brachyceros trennen, in diesem Licht um ein wesentliches schmelzen.

Schon Cuvier, später Owen, in neuester Zeit Lartet standen auch nicht an, die fossile oder subfossile Form, den Bos canaliculatus Fischer, mit der lebenden zu vereinigen, und soweit das Studium der Abbildungen ein Urtheil zulässt, stimme ich dieser Ansicht ohne allen Rückhalt bei, um so mehr, da ich Gelegenheit hatte, wahrzunehmen, wie sehr die lebende Form nach Geschlecht und Alter in Grösse und einzelnen Dimensionen des Schädels variirt. Auch auf den Titel Ovibos maximus, den Richardson auf einen einzelnen Wirbel gründete, könnten manche alte männliche Exemplare heutiger Individuen billigsten Anspruch erheben.

Eine sehr wichtige Zugabe zu den Kenntnissen über den Moschus-Ochsen bildeten die Mittheilungen über fossile Schädel aus dem Mississippi-Thal, welche zuerst Dekay unter dem Namen Bos Pallasii bekannt gemacht hat, allein welche dann in neuerer Zeit Leidy so sehr von Ovibos abzuweichen schienen, dass er sich zur Aufstellung eines besondern Genus, **Bootherium** veranlasst sah.*)

Als Diagnose seines neuen Genus giebt Leidy an: Erhebung der Stirn in einen Buckel, von dessen Seiten die Hörner entspringen. Richtung der Hornzapfen nach abwärts, ohne sich wieder mit den Spitzen nach oben zurückzukrümmen. Anwesenheit einer Thränengrube (die indess auch Ovibos zukömmt). Mit Ovibos stellt Leidy diese neue Form auch zwischen Bos und Ovis und trennt sie in zwei Species, Bootherium cavifrons mit einer eigenthümlich rauhen und in der Mitte vertieften Stirnfläche, und Bootherium bombifrons mit gewölbter glatter Stirn. Beide Arten scheinen im Diluvium des Mississippi-Thals und dessen Seitenzweigen (Ohio, Missouri) nicht selten zu sein. Ihre Grösse übertrifft diejenige des heutigen Moschus-Ochsen nur um weniges. Allein erheblich sind nach Leidy die Unterschiede in der Schädelbildung.

*) Smithsonian Contributions, December 1862, woselbst auch die frühere Litteratur.

Das Occiput, bei Ovibos fast ganz quadratisch, ist bei Bootherium höher und wird nach unten breit; es nähert sich insofern etwas der Form desjenigen von Bison; allein die geringe Breite des Schläfentheils, die stumpfe Gestalt der Processus exoccipitales, die Form der Condyli und die seitliche Ausdehnung der Gelenkfläche über die Condyli hinaus verhalten sich vollkommen wie bei Ovibos.

Der Occipitalkamm verläuft wie bei Ovibos an der hintern Grenze der Parietalzone, welche horizontal liegt. Sehr charakteristisch ist die Hockerbildung oder vielmehr die Knickung des Stirnbeins zwischen den Hornansätzen, welche weit stärker ausgesprochen ist als bei Ovibos, obschon sie auch hier angedeutet ist. Allein noch eigenthümlicher ist die Einsetzung und Richtung der Hörner. Statt wie bei Ovibos in ziemlich gleicher Höhe mit den Augenhöhlen und hinter diesen abzugehen, entspringen sie bei Bootherium hoch über denselben, indem sich die Stirn eben in dieser Gegend sehr hoch über die Augenhöhlen erhebt; von hier gehen sie in horizontaler Richtung ab, nur allmählig sich gegen die Spitzen hin nach unten biegend und ohne Andeutung einer Rückwärtsbeugung der Spitzen. Zwischen ihrem Ursprung bleibt die Stirn in beträchtlicher Ausdehnung frei, so dass ihr grösster Queerdurchmesser in diese Gegend fällt; bei Bootherium cavifrons ist dann diese Stelle von rauhen und mächtigen Knochenwucherungen eingenommen, welche man für krankhaft halten möchte, wenn Leidy sie nicht an einer ganzen Anzahl von Schädelstücken sich hätte wiederholen sehen. Bei Bootherium bombifrons ist diese Stelle glatt, aber erweitert sich wie bei Bisonten noch über den Stirnumriss hinaus in deutliche Hornstiele. Die Hörner selbst sind dabei viel massiver und bilden kürzere und stumpfere Kegel als bei Ovibos; bei B. cavifrons sind sie oben platt, bei B. bombifrons von rundem Umfang. Die Schläfe, die Augenhöhlen, die Thränengruben verhalten sich wie bei Ovibos.

Das wesentliche Merkmal von Bootherium, im Gegensatz zu Ovibos, besteht somit in der grossen Erhebung und Wölbung des Schädels in der Stirngegend, in der ausgedehnteren Entwicklung der Parietalzone und in der grossen Breitenausdehnung der Stirn zwischen den Hornansätzen. Allein alle diese Verhältnisse sind offenbar Merkmale jugendlicher Bildung, die sich an jüngern Schädeln von Ovibos zum guten Theil wiederfinden. Der junge weibliche Schädel von Ovibos, den Gray in Fig. 3. 4. Tab. V^b seines Cataloges abbildet, steht offenbar in zwei wichtigen Punkten, der grossen Stirnbreite und der starken Entwicklung der Parietalzone, dem Bootherium schon sehr nahe und weckt gleichzeitig unwillkürlich die Frage, ob nicht Bootherium cavifrons, das in allen Grossen-Dimensionen die

andere Species übertrifft, das männliche, Bootherium bombifrons das weibliche Geschlecht derselben Species sei.

Allein noch mehr: vergleichen wir die Abbildungen Leidy's mit denjenigen, welche Owen und Lartet (a. o. a. O.) uns von unzweifelhaft fossilen Schädeln geben (die bei Pallas und Ozeretskowsky abgebildeten*) lassen hierüber starke Zweifel zu), so ist evident, wie weit mehr diese Schädel sich Bootherium annähern, als die erwachsenen männlichen Schädel des heutigen Thieres. Der Schädel, den Lartet abbildet, offenbar, wie Lartet auch gezeigt hat, einem weiblichen jungen Thiere angehörig, unterscheidet sich von Bootherium bombifrons nur noch durch das Fehlen der Stirnwölbung und durch etwas geringere Stirnbreite; und so weit die etwas dürftigen Zeichnungen Fig. 1 — 3 bei Owen einen Schluss zulassen, steht auch dieser unzweifelhaft männliche Schädel in Bezug auf Breitenausdehnung der Stirn, Form, Richtung und Abplattung der Hörner genau in der Mitte zwischen Bootherium cavifrons und männlichen Schädeln des heutigen Thieres.

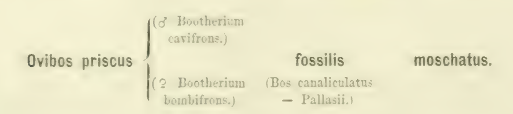
Ohne die Berechtigung zur Abtrennung von Bootherium von Ovibos zu palaeontologischen Zwecken zu bestreiten, scheint mir somit Bootherium lediglich eine, wenn auch für die Diluvialperiode vielleicht bezeichnende Jugendform von Ovibos darzustellen, welche ganz allmählig durch den sogenannten Bos canaliculatus in den heutigen Ovibos übergieng und jeweilen durch starken Unterschied der beiden Geschlechter charakterisirt war, indem bei dem männlichen Thier die Hörner in mächtige Exostosen anschwollen, welche die Mittellinie des Schädels erreichen konnten, während das weibliche Thier weit schwächere Hörner an den Seitenrändern einer sehr breiten und nicht callosen Stirn trug. Bootherium cavifrons scheint mir daher das männliche Geschlecht der ältesten bis jetzt bekannten Form von Ovibos darzustellen, Bootherium bombifrons das weibliche Geschlecht. Eine weitere Modification sehen wir in den zwei in Europa fossil gefundenen Schädeln, wovon der englische dem männlichen, der französische dem weiblichen Geschlechte angehört, und dieselben grossen sexuellen Unterschiede zeigen auch die heutigen Schädel, bei welchen sich der ganze Typus offenbar durch Abplattung der Stirn und Verkürzung der Parietalzone dem Gepräge der Bovina und namentlich der afrikanischen Bubalina angenähert hat. Allein um so interessanter ist es, die älteste bekannte Form durch die erwähnten Umstände, längeres Occiput, grössere Horndistanz, grosse Erhebung des Hornabgangs, sich dem Schaf, von dem ich sie ableitete, allerdings auch mehr annähern zu sehen, so dass die Verwandtschaft mit dem Schaf auch in dieser Richtung als eine ererbte,

*) Nov. Comm. Petrop. XVII. 1773. Tab. 17. Mém. Acad. Petersb. III. 1811. Tab. 6.

diejenige mit den Büffeln als eine erworbene erscheint. Nur die Form (Durchschnitt und Richtung) der Hörner ist allerdings bei Ovis und Ovibos in allen seinen Formen eine verschiedene.

Nach diesen Anschauungen würden vorerst die Speciesnamen von Bootherium, als blosse Geschlechter bezeichnend, wegfallen müssen, allein ich würde dann selbst den Genus-Namen aufgeben und die im Mississippi-Thal gefundene Form Ovibos priscus nennen, die in Europa fossile Ovibos fossilis und die recente Ovibos moschatus; denn alle diese drei Formen stehen einander so nahe, dass eine Verwandtschaft durch directe Descendenz kaum abweisbar erscheint; vielmehr repräsentiren sie einen an sich schon sehr auffälligen Wiederkäuertypus, der in der relativ langen Zeit seines Bestandes trotz nachgewiesener erheblicher Verschiebungen seines Wohnsitzes bis jetzt noch keine grossen Abänderungen erlitten hat.

Diese morphologischen und geologischen Beziehungen stellt folgendes Tableau dar:



Bovina.

I. Bubalina.

Aus den frühern Mittheilungen ergab sich von selbst, dass in einer palaeontologischen Beschreibung der Bovina die Büffel die Reihe eröffnen müssen, indem sie in osteologischer Beziehung das natürliche Verbindungsglied bilden zwischen der grossen Mehrzahl der Hohlhörner (Antilopen und Schafe) und der peripherischen Gruppe der Rinder im engern Sinn, möge man sie nun als besondere Abtheilung Bubalina zwischen beide einschieben, oder als Inhalt der Bovina selbst aufführen.

Diese Stellung kömmt ihnen zu in Betracht des relativ starken Antheils, den hier noch Occipitale und Parietale an der Bildung der Hirncapsel nehmen, so dass diese sich hinter dem Hornansatz noch einigermassen in horizontaler Weise ausdehnt und nicht mit diesem abschliesst. Allein auch im Uebrigen fand sich schon oben, dass die Wölbung der Stirn, die Art des Hornansatzes, die abgeplattete oder kantige Form der Hörner, deren Richtung nach hinten, das plicidente Gepräge des Zahnsystems der Gruppe der Büffel eine Physiognomie aufdrückt, welche sie schon im Skelet fast ebenso leicht von den eigentlichen Bovina unterscheiden lässt, als es der nicht minder charakteristische äussere Habitus thut.

Auch die Bubalina haben ihre Geschichte, so gut wie Ovibos; ja sie liegt für jene in ungleich grösserer Ausdehnung vor uns, als für letztern. Während die uns bisher bekannt gewordenen Zeitgenossen des Ovibos, Elephas im Thale der Oise, Mastodon im Thale des Mississippi, uns vielleicht einstweilen nicht über das Zeitalter des Menschen hinaufweisen, kennen wir durch die Untersuchungen von Falconer und Cautley Bubalina schon aus weit früherer Periode; und es ist von grossem Interesse, wahrzunehmen, dass die älteste Form der Büffel sich von den meisten heutigen wieder durch dieselben Merk-

male, allein in weit stärkerem Grade unterscheidet, wie das fossile Bootherium von Ovibos, d. h. durch stärkere Ausbildung des Occiput, mit andern Worten, durch engern Anschluss an die gemeinsame Wiederkauerform.

Die heutige geographische Verbreitung des Büffels ist auch, abgesehen von der zahmen Form, ausserordentlich weit ausgedehnter als diejenige des Moschus-Ochsen, indem der ganze Südabhang von Asien nebst seinem Archipel, sowie ganz Central- und Südafrika als Heimat wilder Büffel genannt werden. Allein nicht derselben Arten; vielmehr ist es wichtig, schon hier hervorzuheben, dass die afrikanischen Formen von den asiatischen durch sehr auffällige Unterschiede abweichen.

Die asiatischen Büffel haben durchweg kantige, auf der Oberfläche und Unterfläche platte Hörner, welche von den Seiten der Stirn entspringen und von der Basis nach der Spitze sich allmählig und regelmässig verjüngen. Gleichzeitig verbindet sich damit ein unter Wiederkauern bis jetzt einzig bestehendes Verhalten, welches bisher übersehen wurde. Die Choanenöffnung ist bei allen asiatischen Büffeln, fossilen oder lebenden, weit über die hintere Grenze des knöchernen Gaumens zurückgeschoben und von Anfang an in ihrer ganzen Höhe durch einen verknöcherten Vomer in zwei Hälften getheilt. Ragt auch bei manchen Hirschen (Tarandus, mexicanus, virginianus, Dama) die untere Wand des Nasenkanals weit über die sonstige Grenze des harten Gaumens hinaus, so erlangt doch der Vomer nicht die Ausdehnung wie bei den Büffeln Asiens, wo er, noch über die Choanenöffnung hinausgehend, das Basioccipitale erreicht und dabei an seinem untern Rand meist ungemein verdickt ist oder sich gar in eine quere Knochenplatte ausbreitet.

Die afrikanischen Büffel besitzen dagegen Hörner von stark gewölbter Oberfläche, nur an der Unterfläche platt, und mit mächtiger, bis kugliger Anschwellung an der Basis, in einem solchen Grade, dass ihre Ansätze sich auf der Mittellinie der Stirn berühren können; ihre Richtung geht dabei nach aussen und häufig auch stark nach unten; sie verhalten sich in vielen Punkten ähnlich wie bei den Moschus-Ochsen und dem Gnu. Ihre Choanenöffnung ist normal, d. h. sie bleibt so ziemlich in der Linie der Fossa sphenomaxillaris zurück, nur sehr unvollständig getheilt durch den hier noch sehr niedrigen Vomer. Die Parietalzone ist kürzer, das Occiput steiler abgeschnitten. Sie erweisen sich hiedurch in genetischer Hinsicht als ein späteres, von der Mutterform entfernteres Product als die Arten Asiens.

Bubalus (Hemibos Falconer) **triquetricornis.**

Die palaeontologisch und morphologisch primitivste Form von Bubalus, von Falconer und Cautley fossil gefunden in den miocenen Ablagerungen der sivalischen Hügel am Süd-Abhang des Himalaya in Begleit anderer Wiederkauer und zahlreicher Pachydermen.*)

Die hier folgende Beschreibung stützt sich auf den unten Taf. I. Fig. 1. 2. abgebildeten, aus London stammenden Gypsabguss des Stuttgarter-Museums, den mir Falconer brieflich mit dem Namen Hemibos triquetricornis bezeichnet hat. Da der Catalog, den Falconer über die fossilen Wirbelthiere des Museums der asiatischen Gesellschaft von Bengalen veröffentlicht hat (Calcutta 1859), weder diesen Namen, noch, so weit ich urtheilen kann, die Beschreibung des hier in Rede stehenden Schädels giebt, so stütze ich mich des gänzlichen auf die einlässlichen brieflichen Mittheilungen Falconers, die über die richtige Bezeichnung des hier beschriebenen Schädels keinen Zweifel lassen. Ich schätze mich glücklich, hier und an mehreren andern Orten dieser Arbeit aus den vielfachen mündlichen und brieflichen Belehrungen, die ich Falconer in Bezug fossiler Ochsen verdanke, noch Einiges von dem reichen Vorrath der Beobachtungen, die auch auf diesem Gebiete uns mit ihm entrissen worden sind, mittheilen zu können.

Der Schädel von Bubalus triquetricornis bleibt unter der Mittelgrösse indischer Büffel zurück, indem die ganze Schädellänge, vom Foramen magnum bis zu dem Incisivrand 470 bis 480 Mm. betragen haben mag und die Stirn an den Aussenrändern der Orbitae 210 Mm. breit ist, während diese Dimensionen bei einem nicht grossen Schädel des heutigen zahmen Büffels 520 und 210 betragen.

Die Occipitalfläche ist derjenigen von Bubalus indicus nicht unähnlich; sie ist halbkreisförmig mit sehr stark flügelartig vorstehenden Seitenkanten und stark nach hinten vortretenden Condyli; beim gemeinen Büffel hat sie einen weniger regelmässigen Umriss, indem sie nach oben etwas mehr zugespitzt und in den Seitentheilen, vornehmlich im Schläfentheil, mehr ausgedehnt ist.

---

*) Mastodon sivalensis. Elephas insignis, bombifrons, planifrons, hysudricus, Cliftii. Hippopotamus sivalensis. Merycopotamus dissimilis. Rhinoceros sivalensis. Equus sivalensis. Hippotherium antelopinum. Sivatherium giganteum. Camelopardalis sivalensis. Camelus sivalensis. Antilope palaeindica etc.

Sehr verschieden ist indess die obere Ansicht des Schädels. Vor allem ist die Parietalzone bei dem fossilen Schädel lang ausgezogen und steht von der Hinterhauptsfläche in einem stumpfen Winkel ab, so dass sie bei horizontaler Stellung des Schädels von der Hinterhauptskante zu der Frontalhöhe, die zwischen die Ansätze der Hörner fällt, rasch und geradlinig ansteigt, während sie sich bei Bubalus indicus erst vertical über dem Occiput erhebt, von diesem nur durch geringere Breite und durch den Lambdoidkamm getrennt, und dann sehr allmälig in die fast kuglige Wölbung der Stirn übergeht.

Die Stirnfläche ist zwischen den Augenhöhlen etwas vertieft und steigt auch ihrerseits ziemlich rasch nach dem frontalen Gipfelpunkt des Schädels auf, ihre Mediannath ist in eine stark vorstehende Kante erhöht. Auf der Schädelhöhe selbst ist die Stirn durch die hier nahe zusammentretenden Hornansätze merklich verengt, und fällt dann in stumpfem Winkel rasch nach der Coronalnath abwärts. Sie ist somit ähnlich geknickt wie etwa bei Schafen, während sie bei dem heutigen Büffel sehr regelmässig kugelartig gewölbt ist und gerade zwischen den weit nach der Seite gedrängten Ansätzen der Hörner ihre grösste Breite erreicht.

Der Ansatz der Hörner geschieht unmittelbar hinter und in gleicher Höhe mit den Augenhöhlen, über diese indess sowohl nach oben als nach unten in vertikalem Sinn weit vorragend, während bei dem platthörnigen zahmen Büffel die Stirn von der Scheitelhöhe stark auf die Hornwurzel abwärts fällt. Der Schläfeneinschnitt hinter den Augenhöhlen verhält sich bei beiden Thieren gleich.

Der Durchschnitt des Hornzapfens ist bei Hemibos vollkommen dreieckig, so dass seine etwas gewölbte obere oder äussere Fläche und die hohe Innenseite sich mit der vollkommen platten und horizontalen Unterfläche in sehr deutlichen Seitenkanten vereinigen. Eine stumpfe obere Kante vereinigt die zwei Seitenflächen. Die Richtung des Hornes geht in ziemlich horizontaler Lage schief nach hinten und aussen. Bei dem Büffel ist das Horn weit mehr abgeplattet, so dass dessen obere und untere Fläche um das doppelte breiter sind als die Vorderfläche. Gleichzeitig wendet sich das Horn mehr seitwärts und abwärts als bei dem fossilen Thier.

Die Augenhöhlenränder der fossilen Art sind weniger gewölbt und stehen weniger vor als bei der recenten; die Foramina supraorbitalia bilden tiefe Gruben. An der Nath zwischen Thränenbein und Stirnbein findet sich dieselbe Knochenanschwellung wie bei den übrigen Büffeln. Vor den Augenhöhlen verhält sich indess der Gesichtstheil des Schädels bei beiden Formen sehr ähnlich; er verläuft bei beiden mit fast parallelen Seitenumrissen nach vorn, die Nasenbeine sind in querer Richtung stark gewölbt und an ihrem

hintern Ende plötzlich breiter; von ihnen fällt die Wange erst etwas konkav bis zur Masseterkante und von da vertikal abwärts.

In der Seitenansicht verhält sich der Gesichtstheil des Schädels mit Einschluss der Augenhöhlen vollkommen wie bei Bubalus indicus; nur ist der Umriss der Orbita steiler und bildet ein schief nach hinten verschobenes Viereck mit höherm vertikalem Durchmesser. Der Hauptunterschied liegt hier wieder in der Parietal- oder Schläfengegend, indem auch hier bemerklich wird, dass der Hornansatz sich bei dem fossilen Thier weit mehr nach der Schädelmitte drängt. In Folge der horizontalen Richtung des Hornes ist auch die Schläfe offener; die Parietalzone ragt nach hinten weit über den Hornansatz hinaus, und auch in seitlicher Richtung dehnt sich der Boden der Schläfengrube weit über die Linie des Jochbogens hinaus.

Auf der Unterfläche des Schädels ist die Analogie des Gesichtstheiles beider Formen nicht minder evident. Die Gaumenfläche (zwischen den Zahnreihen in der fossilen Form eine tiefere Rinne bildend als in der lebenden) verengt sich bei beiden vor der Zahnreihe in weit stärkerem Maasse als bei Taurus; hinter der Zahnreihe verlängert sie sich in der Mitte zu der weit nach hinten verdrängten Choanenöffnung, über welche der knöcherne Vomer noch erheblich hinaustritt, um sich an das Os basi-occipitale anzulegen. Die Basis occipitis mit Pars mastoidea und petrosa steigt tief über die Fläche des Unterkiefergelenkes hinab, wieder ein wesentlicher Unterschied von Taurus. Die queren Höcker, welche auf der Basis occipitis die Gelenkfläche des Occiput nach vorn begrenzen, sind bei Hemibos stärker und namentlich in seitlicher Richtung weiter ausgedehnt als bei Bubalus indicus.

Das Gebiss kann an dem Gypsabguss des fossilen Schädels nicht genauer beurtheilt werden, obschon beide Zahnreihen vollständig erhalten sind. Immerhin bilden die Zähne starke Cylinder von fast quadratischem Umriss.

In jeder Beziehung ist daher Hemibos mit dem heutigen Büffel verwandt und unterscheidet sich von ihm nur durch folgende wesentliche Merkmale:

1. Durch lang vorgezogene Parietalzone, welche in stumpfem Winkel zur Frontalfläche geneigt ist.

2. Durch tieferes Eingreifen des Hornansatzes nach der Mittellinie des Schädels hin, wodurch die Stirn an ihrer höchsten Stelle verengt und etwas eingeknickt wird.

3. Durch weit dickere Form der Hörner, deren Durchschnitt zwar auch dreieckig, allein ziemlich gleichschenklig ist, sowie durch deren horizontale Richtung und sofortige Wendung nach hinten und aussen.

Stärkere Bewaffnung und Beibehaltung jugendlicher Form des Occiput zeichnen daher auch hier die fossile Form von der lebenden aus, wie bei Ovibos; auch hier manifestirt sich daher die lebende sofort als eine jüngere, spätere.

Bubalus (Anoa Leach) depressicornis.

Litteratur s. in Gray's Catalogue pag. 29. Schädel ebendaselbst. Fig. 1. 2. Tab. III.

Um so überraschender ist es, die fossile Form gerade mit ihren sie auszeichnenden jugendlichen Merkmalen noch in der Gegenwart vertreten zu sehen durch ein relativ kleines Thier, das noch Celebes und vielleicht einige andere Theile des asiatischen Archipels bewohnt.*)

Hamilton Smith, dann Quoy und Gaymard, später auch Temmink, Sundewall, Schinz stellten dieses Thier zu den Antilopen, unter den Namen Anoa oder Antilope depressicornis, obschon Alle seine Büffelähnlichkeit zugestehen. In der That weist der ganze Habitus des Thieres, seine Haarkleidung, die queren Falten an der Basis seiner Hornscheiden, die Richtung und Gestalt der Hörner, die Form der Klauen weit mehr auf Beziehungen zum Büffel hin, als zu den Antilopen; dagegen konnte allerdings der Umstand zu den Antilopen führen, dass die Backzähne nur im Milchgebiss und in den vordern Molaren die accessorischen Säulen tragen, welche man lange als typisches Merkmal der Backzähne von Rindern hielt. Dagegen hatten schon die Schneidezähne einen Verdacht in dieser Richtung wecken sollen, indem sie offenbar denjenigen der meisten Antilopen weit ferner stehen, als denjenigen von Rindern. Doch verweise ich auf das in dem frühern Theil dieser Arbeit gewonnene Ergebniss, dass die hintern Backzähne denjenigen vieler Antilopen nahe stehen, die Praemolaren aber und die Incisiven dem Zahntypus von Bubalus getreu bleiben. S. Abtheilung I. pag. 91. 104. Tab. II. Fig 49-51.

Turner scheint sich zuerst für eine Vereinigung dieses Thieres mit den Büffeln ausgesprochen zu haben (Proc. Zool. Soc. London 1850 Pag. 164), indem er zeigte, dass

*) 2 Schädel, deren Benutzung ich der Güte von Herrn Prof. Schimper in Strasburg verdanke tragen die Etiquette „Java", zwei andere im Senkenbergischen Museum „Borneo". Doch führt Salomon Müller in seinem Tableau der Fauna von niederländisch Indien (Natuurlijke Verhandelingen) Anoa nur von Celebes auf.

der Schädel sich so wenig von demjenigen der Büffel unterscheide, dass eine Abscheidung von diesem Genus ungerechtfertigt sei. Er nennt ihn daher geradezu Bubalus depressicornis. Trotz des Widerspruchs von Gray (Catalogue pag. 29), der auffallender Weise gerade den wichtigsten Beleg für die Ansicht von Turner, die Bildung des Gaumens, als Gegenbeweis anführt, allein nichtsdestoweniger das Genus unmittelbar nach Bubalus unter der Bovina aufführt, hat Turner vollkommen richtig geurtheilt. Denn wenn auch Anoa allerdings in einigen Theilen seines Schädelbaues, vornehmlich in der Bildung des Occiput, noch in der Reihe der Antilopen steht und sich hierin von Bubalus indicus merklich unterscheidet, so macht eine Vergleichung von Anoa mit der oben beschriebenen, der primitiven Wiederkauerform noch näher stehenden fossilen Form von Bubalus jeden weitern Commentar geradezu überflüssig: Anoa ist in jeder Beziehung der direkte Erbe aller Charakteren von Hemibos, sein heutiger Repräsentant.

Auch Anoa erweist sich durch die sehr starke Ausbildung einer horizontalen Parietalzone des Schädels als eine von dem allgemeinen Typus des Wiederkauers noch nicht weit abgewichene Form.

Das Occiput, quer oval, mit schwacher Ausbildung des Schläfenantheils, verhält sich vollkommen wie bei Hemibos; wie dort schickt das Os occipitis einen Zipfel über die Lambdoidkante hinaus in die Parietalfläche. Die Parietalzone, von beträchtlicherer Längenausdehnung als bei jenem, ist einerseits von der Hinterhauptsfläche winklig abgebogen, steigt andrerseits schief nach der Stirnhöhe auf und wölbt sich seitlich fast ohne merkliche Temporalkante in die Schläfengrube hinab, durchaus wie bei Hirschen und der grossen Mehrzahl der Antilopen. Mit der Stirnfläche, in die sie sich zwischen den Hörnern weit einschiebt, bildet sie denselben Winkel wie bei dem fossilen Büffel. Die Stirnfläche selbst ist in Folge der geringern, namentlich vertikalen Stärke der Hörner in der Mitte nicht eingeknickt, an weiblichen Schädeln in der Mitte sogar gewölbt, wie beim gemeinen Büffel; die Augenhöhlen treten gar nicht aus dem Umriss des Schädels vor — eine erhebliche Abweichung von den meisten Antilopen — und haben den nämlichen schief viereckigen Umriss mit hohem Hauptdurchmesser, wie bei dem fossilen Vorfahr; auch hier liegen die Foramina supraorbitalia in tiefen Gruben; eine zackige Incisur trennt den Frontalrand der Augenhöhle von dem Thränbein, und die Naht ist an dieser Stelle in einen starken Knochenhöcker verdickt, wie bei allen Büffeln. Das Foramen lacrymale bildet einen tiefen Trichter auf der Innenseite des Augenhöhlenrandes. Der Gesichtsschädel verjüngt sich vor den flachen Augenhöhlen nur allmählig, allein spitzt sich nach vorn dann regelmässiger und rascher zu, als bei den andern Büffeln und ist gleichzeitig platter.

Die Form des Thränenbeins ist identisch mit derjenigen des gemeinen Büffels. Die Nasenbeine sind etwas weniger gewölbt, erweitern sich nach hinten allmähliger, und spitzen sich schliesslich auch allmähliger zu; ihr vorderer Rand zeigt wie beim Büffel eine tiefe Incisur mit kleiner innerer und sehr breiter, vorragender äusserer Nebenzacke.*) Der Zwischenkiefer schiebt sich weit an das Nasenbein hinauf; sein Vorder-Ende und sein Foramen ist vollkommen wie beim zahmen Büffel.

In der Seitenansicht ist der Schädel von Anoa demjenigen von Hemibos überraschend ähnlich. Nur folgende relative Unterschiede sind bemerkbar: stärkeres Vortreten der Parietalregion, geringeres Vortreten des Seitentheils der Schläfe, der nicht über den Umriss der Jochbogen hinausragt; Fehlen des Vorragens der Augenhöhlen und daher auch der Einschnürung der Stirnfläche hinter denselben. Endlich verläuft die Masseterkante, die nur sehr schwach angedeutet ist, fast horizontal nach vorn, während sie bei dem fossilen und dem zahmen Büffel erst dem Augenhöhlenrand entlang sich aufwärts biegt.

Die Hörner sind wie schon gesagt schwächer entwickelt als bei Hemibos. Allein ihr Durchschnitt hat dieselbe Form. Er bildet ein Dreieck mit vertikaler Aussenseite, die sich in stumpfer Kante nach der schwach gewölbten untern und der vollkommen platten obern Fläche des Hornes umbiegt; die beiden letztern Flächen stossen in einer sehr scharfen Kante zusammen. Die Hörner, vollkommen geradlinig, liegen in horizontaler Fläche (parallel der Schädelbasis), allein sie sind noch mehr rückwärts gerichtet als bei Hemibos; sie laufen so ziemlich in der seitlichen Profillinie des übrigen Schädels nach hinten und bilden also einen spitzen Winkel mit einander. Bei dem weiblichen Thier sind sie weniger kantig, fast rundlich, und kurz (von der Länge der Nasenbeine) — bei dem männlichen Thier erreichen sie die Länge des Schädels vor ihrem Ansatz.

An der Unterfläche des Schädels bilden die starke Einschnürung des Gaumens vor der Zahnreihe, dessen mediane Verlängerung nach hinten zu der weit zurückliegenden Choanenöffnung, die noch weiter gehende Verlängerung des Vomer mit breiter Basalplatte, das mächtige Vorragen der ganzen Basis occipitis mit dessen Seitentheilen über die Fläche der Glenoidgrube hinab — höchst auffällige und typische Parallelen

*) Die ziemlich beträchtliche Anzahl von Schädeln von Anoa, die ich in Strasburg, Frankfurt, Wiesbaden, Amsterdam, Leyden gesehen, zeigt hierin kleine Abweichungen. An einem Schädel in Amsterdam theilt sich die Aussenzacke wieder in eine sehr lange und spitze Haupt- und eine kleine nach aussen von ihr liegende Nebenzacke.

zwischen Anoa und dem Genus Bubalus. Die Gefäss- und Nervenöffnungen des Schädels sind identisch mit denjenigen des gemeinen Buffels. Compresse, spaltartige Gestalt des Meatus auditorius externus, kleines oder fast fehlendes For. glenoideum, ausserordentlich grosses rundes Foramen spheno-orbitale, rundliches sphenopalatinum; supraorbitale internum dem Augenhöhlenrand viel näher als bei Bos, enger Canalis infraorbitalis, Foramen palatinum post. sehr hoch über der Gaumenfläche, palatin. anter. in dem Gaumen selbst.

Die speciellste Vergleichung ergiebt somit als Resultat, dass Anoa sich von Hemibos triquetricornis durch nichts unterscheidet, als durch geringere Grosse, schwächere Ausbildung der Hörner, directere Richtung derselben nach hinten, stärkere Ausbildung des parietalen Schädelantheils und geringeres Vorragen der Augenhöhlen. Auch das Gebiss, d. h. der Mangel von accessorischen Säulen der Molaren, scheint sich mit vollkommener Consequenz auf diesen späten Nachkommen vererbt zu haben.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass diese sogenannte Antilope des asiatischen Archipels der direkte Descendent des pliocenen Festlandbewohners ist: sie würde daher mit allem Recht den Namen Hemibos celebensis verdienen, wenn wir diesem Genus-Namen der fossilen Form den Vorrang geben: allein obschon neue Namengebung nicht der Zweck dieser Arbeit ist, noch überhaupt die Arbeit des Zoologen fördert, so muss ich doch bemerklich machen, dass weder der Name Hemibos gut gewählt ist, weil er die evidente Beziehung zu Bubalus nicht ausdrückt, noch, Angesichts der identischen Hornform, die Bezeichnung triquetricornis ausreicht, um das fossile und das lebende Thier zu unterscheiden. »Probubalus sivalensis« und »Probubalus celebensis« würden beiden Zwecken besser entsprechen.

Schliesslich ist es nicht ohne Interesse, auch im Skelet von Anoa einen wichtigen Beleg für seine Zutheilung zu den Bovina zu finden, indem die Nervenöffnungen im hintern Theil der Wirbelbogen an der Mehrzahl der Rückenwirbel geschlossene Löcher, nicht offene Incisuren bilden. Nur am ersten Rückenwirbel findet sich wie beim indischen Büffel eine blosse Incisur, sowie dann an allen Wirbeln hinter Vert. dors. 10.

Bubalus (Amphibos Falconer) acuticornis.

Es erhellt aus den kurzen Beschreibungen der sivalischen Fossilien, in dem Catalog von Falconer (Calcutta 1859), dass Hemibos nicht der einzige fossile Vertreter dieser für

Bovina primitiv zu nennenden Schädelform ist. Der in Nr. 562. Pag. 144 u. f. beschriebene fossile Schädel gehört offenbar in dieselbe Rubrik von Bovina mit verlängertem Hinterhaupt und überdies aller Wahrscheinlichkeit nach in die Gruppe der Bubalina und nicht der Bovina im engern Sinn. Hiefür sprechen folgende Umstände: Abgrenzung des Hinterhauptes durch die Occipitalkante und Bildung eines Winkels zwischen Parietal- und Occipitalfläche; ähnliche Knickung der Stirnfläche zwischen dem Hornansatz; starke Einschnürung des Schädels in der Parietalzone zwischen Hornbasis und Hinterhaupt, starke Annäherung der beiden Hornansätze; kurzer Zwischenraum zwischen Hornbasis und Augenhöhle; birnförmiger Durchschnitt der Hornzapfen, mit scharfer hinterer Kante und breiter Vorderfläche; grosse Ausdehnung der Augenhöhlen in vertikaler Richtung und Erhebung derselben über die Stirnfläche; bedeutende Grösse der Foramina supraorbitalia.

Alle diese Eigenthümlichkeiten finden sich nun mehr oder weniger auch bei Hemibos triquetricornis; allein bei dem Schädel Nr. 562 des Cataloges richten sich die Hörner nach aus- und aufwärts, gegen die Spitzen hin selbst vorwärts, also ähnlich wie bei Taurina; und überdies weist Falconer auf eine hier ganz ausnahmsweise vorkommende, hufeisenförmige rauhe Knochenscheibe, welche auf der Stirn zwischen den Foramina supraorbitalia liegt. Allein gerade dieses auffällige Merkmal weist wieder auf Verwandtschaft mit Bubalina hin, indem dieselben Rauhigkeiten, in hufeisenförmigem Umriss, zwischen den Supraorbital-Rinnen — wenn auch weit schwächer ausgebildet — von Bubalus indicus nicht selten sind.

Ich kann nur aus einer brieflichen Mittheilung Falconer's (Mai 1864) schliessen, dass diese Form von ihm den ihr oben zugetheilten Namen erhalten hat. Er unterscheidet nämlich in der Sivalischen Fauna drei Species von Bovina.

1. Bos (Amphibos) acuticornis.

2. Bos (Hemibos) triquetricornis.

3. Eine unbekannte, von beiden vorigen verschiedene Art, mit Hörnern, die erst divergirend aufsteigen und sich dann nach unten und vorwärts biegen.

Bei 1. und 2. sind die Parietalia in der beschriebenen eigenthümlichen Weise verlängert, die dann Falconer zur Aufstellung der genannten Subgenera veranlasste. Es wäre dabei zu gewagt, ohne Untersuchung der Originalien Vermuthungen aufzustellen, inwiefern etwa die nicht sehr erheblich scheinenden differentiellen Merkmale dieser beiden in der wichtigsten Beziehung übereinstimmenden fossilen Formen blos auf Geschlechtsunterschieden beruhen konnten, welche namentlich bei Büffeln oft erhebliche Verschie-

denheiten der Physiognomie hervorbringen. Einstweilen lag es mir ob, die werthvollen Mittheilungen Falconer's, die so unerwartet unterbrochen wurden, unverändert zu benutzen.

So wie wir in den bisher geschilderten Bubalina eine offenbar primitive Schädelform von der Miocen-Zeit bis in die Gegenwart sich erhalten sehen, so fehlen andrerseits die Belege nicht, dass die Verkürzung des Hinterhauptes, welche die grosse Mehrzahl heutiger Bovina charakterisirt, auch in den Bubalina doch schon in sehr früher Zeit auftrat.

In Asien ist auch dieser abgeleitete Typus repräsentirt durch eine im Pliocen des Nerbuddathales fossile und durch eine lebende Form, von welchen wenigstens die letztere sehr verschiedene Grade dieser Modification zeigt. Die Kenntniss der erstern verdanken wir wieder den reichen Arbeiten von Falconer und Cautley.

Bubalus (Bos Falconer) **palaeindicus.**

Auch diese Species kenne ich nur durch einen Londoner-Gypsabguss, den ich in verschiedenen Museen angetroffen habe, ohne ihn selbst zu besitzen. Ich vermuthe, dass das Original der Nummer 18, Pag. 224 des Cataloges von Falconer entspricht, der von Nr. 18 — 22 mehrere Exemplare dieses Schädels beschreibt. Die Berechtigung, dieses Fossil hier einzureihen, entnehme ich einerseits dem Umstand, dass die Hörner hier dieselbe oben und unten vollkommen abgeplattete Gestalt zeigen, wie bei Bubalus indicus, allein auch dem Texte obigen Cataloges, der überdies pag. 224 die Bezeichnung Buffalo beifügt, sowie den brieflichen Mittheilungen Falconer's selbst.

In Bezug auf Ursprung, Richtung, Form, Grösse der Hörner entspricht dieser Schädel in hohem Maaase den grosshörnigen heutigen Varietäten des Büffels, die den Namen Bos Arni erhalten haben. Wie beim Arni, auf den wir unten zurückkommen werden, liegt das Occiput, das sehr niedrig und in die Quere ausgedehnt zu sein scheint, nebst der Parietalzone in einer vertikalen Ebene und ziemlich rechtwinklig von der Stirn abgetrennt. Wie es bei so bedeutender Mächtigkeit der Hörner zu erwarten ist, ist die Schläfengrube sehr stark deprimirt und bildet auf der Hinterfläche des Schädels einen tiefen Einschnitt, welcher den occipitalen Theil dieser Fläche sehr stark von dem parietalen abschnürt, wie beim Arni. Der Hornansatz erfolgt weiter nach aussen, als beim Arni, so dass die Stirn

zwischen den Hörnern so breit ist als in der Orbitalgegend; sie ist dabei sehr flach. Zwischen dem Vorderrand der Hörner und den Augenhöhlen findet sich nur ein seichter Einschnitt der Stirn wie bei allen Büffeln, und ebenso treten die letztern nur sehr mässig aus dem seitlichen Umriss des Schädels heraus. Das wichtigste Merkmal für die nahe Beziehung zu dem indischen Büffel, die Verlängerung der Choanenwandungen und des Vomer nach hinten, konnte an den Gypsabgüssen nicht mehr untersucht werden.

Die Richtung der Hörner geht anfänglich erst vollkommen seitwärts, rechtwinklig zur Schädelachse, allein bald in sehr offener Halbmondkrümmung nach hinten; gleichzeitig biegen sie sich schwach aufwärts.

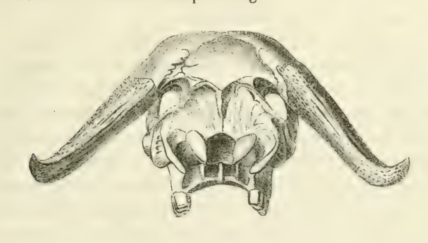
Ohne eine einlässliche Darstellung der Details der Schädelbildung, oder auch eine Abbildung geben zu können, muss ich mich begnügen, diese pliocene Form als sehr verwandt mit der lebenden des Arni zu bezeichnen, von welcher sie sich nur durch mächtigere, weniger nach abwärts und rückwärts gerichtete Hörner und breitere und flachere Stirn zu unterscheiden scheint.

Bubalus indicus.

Cuvier hat die typischen Merkmale des Büffels vortrefflich bezeichnet: Wölbung der Stirn nach allen Seiten, Hornansatz beidseits des Occipitalkammes, allmähliger Uebergang der Stirn in das Occiput; stark verlängertes Gesicht; Halbmondkrümmung der Hörner, starke Abplattung der Hörner mit stumpfer oberer Kante und platter, kantig abgegrenzter Unterfläche. Zu diesen typischen Merkmalen hätte nur noch hinzugefügt werden dürfen die Verlängerung der Choanenöffnung und des knöchernen Vomer nach hinten bis an die Basis occipitis.

Schon früher wurde aufmerksam gemacht, dass, auch abgesehen von den so extremen Fällen wie Anoa, Hemibos etc., auch der heutige indische Büffel in der Bildung seines Hinterhauptes zwischen Antilopen und Bisonten in der Mitte steht, indem die Parietalzone, ausgedehnter als bei Bisonten, nur in allmähliger Wölbung von der Stirnfläche in die Occipitalfläche überführt, das Os occipitis aber auf letztere grösstentheils beschränkt bleibt. Im Zahnsystem ergab sich dabei als wenig ausgesprochenes Merkmal eine grössere Faltelung des Schmelzes und ein unregelmässigerer, weniger compacter Bau des Zahnkörpers als bei den übrigen Bovina, sowie grosse quere Ausdehnung der Schneidezähne.

Vervollständigen wir die Charakteristik noch weiter, so verdienen folgende Merkmale noch eine besondere Besprechung:



2. Bubalus indicus. (Italien). ♀. 1/6.

Die Occipitalfläche, vollkommen vertikal und durch flügelartig vorstehende Kanten sehr stark von der Nachbarschaft abgegränzt, ist mehr oder weniger dreieckig, indem sie sich nach oben, wo übrigens die Hinterhauptsschuppe über die Occipitalkante hinübergreift, verjüngt, nach unten aber sehr bedeutend in die Quere ausdehnt, hauptsächlich zu Gunsten ihres Schläfenantheils. Ueber der Occipitalkante, wo Scheitelbein und Hinterhauptsschuppe zusammenstossen, ist die Hinterfläche des Schädels durch das tiefe seitliche Eindringen der Schläfengruben auf mehr als den halben Betrag der grössten Breite eingeschnürt; oberhalb dieser Einschnürung dehnt sich dann das Scheitelbein sofort wieder in seitlicher Richtung um das doppelte aus, und steigt als gewölbte Schuppe zwischen den ziemlich rechtwinklig zusammentretenden Hinterrändern der Stirnbeine auf, um mit seiner vordern Spitze bis so ziemlich auf die volle Schädelhöhe zu gelangen.

Hierin liegt offenbar der typische und genetisch wichtigste Zug der Physiognomie des Büffels. Wie verschieden verhalten sich hierin die Taurina.

Die kugelig gewölbte Stirn, die Einsetzung der Hörner an deren äusserster Seitenkante, die entschiedene Seitwärts- und Abwärtsrichtung der Hörner und deren sehr bedeutende Abplattung bildet dann einen weitern und unabhängigen, d. h. nicht ererbten, sondern erworbenen Theil der Physiognomie. Bei keiner fernern Gruppe von Ochsen ist die Stirn so stark und gleichförmig gewölbt; allein bei den Bisonten verlängert sie sich ebenso über ihren seitlichen Umriss hinaus in Hornstiele wie bei dem Büffel; nur fallen diese hier dann rasch nach abwärts. Würden bei Anoa und Hemibos die Hörner weiter seitlich entspringen und sich nach seitwärts und abwärts wenden, so hätten wir eine ähnliche Stirn, wie beim Büffel, und umgekehrt sehen wir bei hornlosen Büffeln (s. Cuvier Oss. foss. IV. Pl. X. Fig. 7—9.) eine nach hinten sich regelmässig zuspitzende Stirn, welche sich von derjenigen hornloser Antilopen und Hirsche durch nichts als durch

kürzern parietalen Antheil und Vortreten der Seitenränder über die Schläfe unterscheidet, das heisst durch die Ausdehnung des Stirnbeins, welche überhaupt Bovina von andern Cavicornia auszeichnet.

Allein auch die Wölbung der Stirn zeigt sehr verschiedene Grade der Ausbildung und hängt fast ausschliesslich von der Entwicklung der diploëtischen Sinus in der Substanz der Stirnbeine ab. Bei dem Karbau oder dem verwilderten Büffel der Sunda-Inseln geht die Stirn häufig in vollkommen gleichförmiger Flucht geradlinig von der Orbitalgegend bis auf die Scheitelhöhe, um von da an dann in sehr stumpfer Kante nach dem Occipitalkamm abzufallen; kleinhörnige Schädel des Karbau verhalten sich in dieser Beziehung oft identisch mit Anoa, während bei der zahmen Form oft die Stirn hinter den Augenhöhlen plötzlich blasenartig sich erhebt und hinten dann ebenso rasch auf die Occipitalkante absinkt. Die Kugelwölbung scheint demnach auf einer im zahmen Zustand häufiger als im wilden vorkommenden Ausdehnung der Sinus frontales zu beruhen und ist somit unzweifelhaft erworben und nicht ererbt zu nennen.

Der Hornansatz erfolgt ähnlich wie bei Bisonten auf seitlichen von der Stirn gelieferten Hornstielen, welche merklich weit vor der Lambdoidkante abgehen, so dass die Parietalregion in der Seitenansicht immer als mehr oder weniger ausgedehnte (beim Karbau immer weiter ausgedehnt als beim zahmen Thier) Zone hinter dem Hornrand vorragt. Der Durchschnitt der Hornzapfen ist immer noch, so gut wie bei Hemibos und Anoa, wesentlich dreieckig; allein die Hörner sind weit mehr deprimirt als bei diesen beiden Formen, indem die vordere (oder äussere) vertikale Fläche die kürzeste Seite des Dreiecks bildet, und die platte Ober- und Unterfläche, welche hinten in stumpfer Kante ineinander übergehen, mehr als doppelte Breite erreichen. Der Horndurchschnitt von Bubalus ist somit nur eine Weiterführung desjenigen von Anoa, Hemibos etc. und der indische Büffel würde mit weit grösserem Rechte den Namen depressicornis tragen, als sein celebensischer oder der sivalische Verwandte.

Die Richtung der Hörner geht immer seitwärts und etwas abwärts, mit mehr oder weniger starker Krümmung nach hinten; allein die Grade beider Directionen sind ausserordentlich verschieden. Bei dem italischen Büffel wenden sich die Hörner oft sehr steil nach unten über die Schläfe hinab, bei dem Karbau und Arni bleiben sie oft in der Stirnfläche oder erheben sich sogar über diese. Sie divergiren dabei oft in ausgedehntestem Grade, so dass sie, ähnlich wie bei Bubalus palaeindicus fast in eine quere Linie fallen, in andern Fällen gehen sie spitzwinklig nach hinten wie bei Hemibos. Constant scheint aber eine mehr oder weniger halbmondförmige Krümmung nach hinten, und ebenso

verlassen sie von dem Anfang bis zur Spitze selten in hohem Maasse die einmal eingeschlagene horizontale Fläche.*)

Die Schläfe ist in Folge der Hornrichtung deutlich überdacht, allein vor dem Hornabgang bleibt dieser sie überwölbende Stirnrand doch immer wesentlich schmaler als bei Taurina; auch bleibt die seitliche Einschnürung der Stirn zwischen Horn und Augenhöhle in Folge der Vorschiebung des Hornes und des grossen Längen-Durchmessers seiner Wurzel stets kurz wie bei Hemibos und Anoa, ein sehr auffälliges Merkmal aller Bubalina. Nach unten dehnt sich der Boden der Schläfengrube stets sehr weit in die Quere aus, etwa in demselben Grade wie bei Anoa, doch in geringerem als bei Hemibos. Die Oeffnung des knöchernen Gehörganges, der spaltförmig ist, wie bei Anoa (sehr verschieden von Taurina und Bisonten), liegt daher sehr weit nach aussen, und auch auf der Vorderfläche ragt der Warzentheil des Schläfenbeines weit über den seitlichen Schädelumriss vor.

Der Jochbogen liegt vollkommen horizontal und ist sehr kräftig. Die Augenhöhlen ragen wenig vor: ihr Umriss bildet ein schief nach hinten gerichtetes Viereck mit höherem vertikalem Durchmesser: ihre Ränder ziehen sich nach der Oeffnung hin merklich zusammen und sind dick und warzig; namentlich findet sich constant an dem Vorrderrand, wo Stirnbein und Thränbein zusammenstossen, eine starke Knochen-Anschwellung, wie schon bei Anoa und Hemibos bemerkt wurde. Die Oeffnung des Thränencanals ist sehr weit, trichterförmig und liegt hinter dem Augenhöhlenrand: weiter nach innen, wo der Processus alveolaris des Oberkiefers an die innere Orbitalwand anstösst, liegt eine starke Vertiefung, wahrscheinlich zur Aufnahme von Drüsen.

Das Thränbein, anfangs schmal, erweitert sich nach vorn und endet mit unregelmässig abgerundetem Vorderrand; allein es fehlt ihm der ganze Zipfel, der bei Bovina sich als vordere Spitze noch an die Nasenbeine anlehnt. Vielmehr schickt, gerade umgekehrt, der Oberkiefer eine Spitze dem Nasenrand entlang hinauf, zwischen diesen und das Thränbein. Nichtsdestoweniger erreicht es auch beim Büffel den Nasenrand. Knochenlücken finden sich in seiner Umgebung nicht.

In noch höherem Maasse als bei Hemibos und Anoa erweitern sich die Nasenbeine an ihrem hintern Ende in auffälligem Maasse und bilden hier zwei rundliche Lappen, zwischen welche sich in der Mittellinie die Spitzen der Stirnbeine noch einschieben;

---

*) Dass indess bei zahmen Thieren weitgehende Abweichungen der Hornrichtung vorkommen können ergiebt sich aus der Angabe Blyth's, der ein schneckenförmig gewundenes Horn sah, dessen Windungen, sich wie bei Helix berührten. Proc. Zool. Soc. London. 1863, pag. 157.

allein auch nach vorn nehmen die Nasenbeine wieder an Breite zu und schliessen mit tief eingeschnittenem Rand, gebildet aus zwei mächtigen Seitenspitzen, zwei weit kleinern und kürzern inneren Spitzen, und zwischenliegender tiefer und enger Incisur. Keine andere Gruppe der Rinder zeigt diese eigenthümliche Form der Nasenbeine. Bei Bubalus indicus sind sie dabei sehr lang und in querer Richtung stark gewölbt, in der Längsrichtung vollkommen geradlinig.

Der ganze Gesichtsschädel ist im Vergleich zu allen andern heutigen Bovina ungewöhnlich lang und schmal; an dieser Verlängerung nehmen Antheil die Nasenbeine, der Oberkiefer und der Zwischenkiefer, welcher letztere sich weit hinauf an das Nasenbein vorschiebt und vorn sehr breit endet, entsprechend dem gleich breiten Incisivrand des Unterkiefers.

Die nicht minder auffälligen Eigenthümlichkeiten der Schädelbasis wurden gelegentlich schon hier und da berührt. Dahin gehören: Starke Einschnürung der Gaumenfläche vor der Zahnreihe; grosse Breite und geringe Concavität derselben zwischen den Zahnreihen; dann vornehmlich Verlängerung derselben über die Fossa sphenomaxillaris hinaus, daher Verschiebung der trichterförmig erweiterten Choanenöffnung nach hinten; sehr weites Vorragen des knöchernen Vomer bis an die Basis Occipitis und starke, flächenartige Verdickung seines untern Randes, mächtige Ausdehnung des ganzen Schläfentheils der Schädelbasis (Bulla, processus vaginalis, Gehörgang) sowohl in querer als in vertikaler Richtung, so dass diese Theile eine ausgedehnte Wand bilden, die breit und hoch hinter dem Unterkiefergelenk hinzieht.

Das Foramen temporale anterius bildet einen ungewöhnlich grossen Trichter mit einem Ausläufer nach einem kleinen hintern Foramen temporale, die Foramina ovalia liegen weiter nach aussen als bei Taurus. Das For. sphenoorbitale ist sehr gross, canalförmig, das For. supraorbitale internum doppelt wie beim Schaf, das For. sphenopalatin. nicht gross; das For. palatin. superius liegt hoch über der Gaumenfläche, das For. palatin. anter. in der queren Gaumennath, die innere Oeffnung des Infraorbitalcanals bildet eine enge Spalte und liegt hoch. In allen diesen Details ist Bubalus von Taurus merklich verschieden.

Der gesammte Schädelbau in seinen grössern Zügen wie in seinen kleinsten Details vereinigt daher den indischen Büffel mit den fossilen oder theilweise noch lebenden Grundformen, die wir früher besprochen haben.

Angesichts dieser allgemeinen Beschaffenheit des Schädelbaues darf nicht übersehen werden, dass der indische Büffel in seinen verschiedenen wilden oder zahmen Daseinsformen

ausserordentlichen Schwankungen dieser Merkmale unterworfen und weit davon entfernt ist, eine sogenannte gut begrenzte Species zu bilden.

Schon Cuvier wies nach, dass die hornlosen Büffel und der riesig gehörnte Arni nur Modificationen einer und derselben Form darstellen (Oss. foss. IV. p. 128), und wie sehr diese verschiedene Bewaffnung auf die Form des Schädels einfliesst, erhellte schon aus seinen trefflichen Abbildungen.*) Allein zu diesen beiden continentalen Racen kommen noch ebenso divergente des ganzen Malaiischen Archipels, welche durch H. Schlegel näher bekannt geworden sind, und theilweise so sehr von dem indischen Büffel abweichen, dass Schlegel sie als besondere Varietas sondaica**) aufführt; und wieder lassen manche Angaben in Reisewerken schliessen, dass die ausgedehnten Strecken von Afrika, in welchen Büffel seit ältester Zeit gehegt werden, nicht minder eigenthümliche Abweichungen darbieten.

Ohne über diese letztern urtheilen zu können, ergab sich mir indess, dass alle die Variationen, die ich beobachten konnte, trotz der oft höchst auffälligen Physiognomie sich beschränken auf die Grösse und Richtung der Hörner, auf den Grad der Ausbildung der Stirnhöhlen und der Ausdehnung der Parietalzone. Der wilde Arni und die hornlose zahme Form bilden allerdings zwei weit auseinanderliegende Extreme. Dort der höchste Grad der queren Ausdehnung des Hinterhauptes, nahezu vertikale Parietalzone und platte Stirn und in Folge der queren und horizontalen Richtung der mächtigen Hornzapfen tiefliegende Schläfengruben: es nähern sich solche Formen am meisten dem Bubalus palaeindicus.***) Hier bei den hornlosen oder schwach bewaffneten Formen starke Wölbung der Stirn, blasenartige Auftreibung der Stirnsinus, Verlegung des Hornursprungs nach aussen, starke Senkung der Hörner nach abwärts, Reduction der Muskelfläche des Hinterhauptes.

Bei dem verwilderten Karbau oder dem Sunda-Büffel tritt theilweise die Physiog-

---

*) Ueber die colossale Grösse, zu welcher der Arni gelangt, siehe ausser den bei Cuvier citirten Quellen: Volborth, de bobus Uro, Arni et caffro. Berol. 1825 pag. 16, mit vorzüglich schöner Abbildung eines männlichen Schädels auf Tab. II. Vasey, Ox tribe. pag. 105. Gray, Proc. Zool. Soc. London XXIII. 1855 pag. 17.

**) Verhandel. over de Naturlijke Geschiedenis der Nederlandsche overzee'sche Bezittingen. Zoologie 1839 Pl. 41. Fig. 1. 2. 3.

***) Wie überall zeichnen sich die wilden Thiere vor den zahmen auch aus durch starke Ausbildung der Gefäss- und Nervenrinnen, überhaupt durch kräftige Sculptur der Knochenflächen; die Stirn ist beim Arni oft über und über rauh durch solche Sculptur, während der italienische Büffel eine eigenthümlich platte Schädeloberfläche hat und, man möchte sagen im Vergleich zu jenem wie kahlköpfig aussieht, indem Sculptur erst im Umfang derselben, ausserhalb der Supraorbitalrinnen auftritt.

nomie des Arni wieder zum Vorschein; doch sind die Hörner, wenn sie auch manchmal ausserordentliche Länge erreichen, meist weit schwächer und mehr nach hinten gerichtet als bei diesem, und vornehmlich findet sich hier, weit häufiger als bei irgend einer mir bekannten Form, eine starke Verlängerung der Parietalzone und Abplattung der Stirn, so dass die Profillinie von der Nasenspitze bis zur Scheitelhöhe vollkommen geradlinig wird. Weibliche Schädel des Karbau kommen hierin und in der gestreckten und horizontalen Lage der Parietalzone oft dem Hemibos sehr nahe, ein schöner Beleg der allgemeinen Erscheinung, dass weibliche Schädel durch Zurücktreten der individuell excessiven Merkmale des Männchens den Stammformen treuer bleiben als dieses.



4. Bubalus sondaicus. ♂.

Allein trotz dieser so manchfaltigen Physiognomie des Schädels wird Niemand, und gerade aus anatomischen Rücksichten, das Urtheil von Cuvier und von Schlegel anfechten können, dass nicht nur alle zahmen Büffel Einer Familie angehören, sondern dass dazu auch die in verschiedenen Strecken des indischen Festlandes wild lebenden Formen zu zählen seien, und dass somit die ursprüngliche Heimat des indischen Büffels, welche auch seine Vorfahren beherbergte, auf dem Continent von Indien zu suchen sei.*)

Ich halte es, Angesichts eines so leicht zugänglichen Objektes für überflüssig, auf die Eigenthümlichkeiten des übrigen Skeletes hier des nähern einzugehen, das in allen seinen Theilen, von dem einzelnen Wirbel bis zu den Hand- und Fusswurzelknochen so charakteristische Formen trägt, dass jeder Knochen von demjenigen anderer Gruppen der Bovina, wie Taurina, Bisonten etc. unterschieden werden kann. Dass auch hier Variationen der Form so gut vorkommen möchten als am Schädel, war zu erwarten; allerdings fand ich z. B. in einzelnen Fällen beim Sunda-Büffel die Nervenöffnung des ersten Rücken-

*) Schlegel berichtigt a. a. O. die seit Cuvier oft wiederholte Angabe, dass auch der indische Archipel wilde Büffel beherberge, dahin, dass er hier nur in verwilderter Form vorkomme, und auch auf verschiedenen Inseln von den Eingebornen als verwildert bezeichnet werde. („Karbau" auf Sumatra, „Moending" auf Sunda, beide Worte gleichbedeutend mit „verwildert".) Von Interesse ist der Nachweis von Sal. Müller, dass der Büffel fast auf jeder Insel des malaiischen Archipels verschiedene Namen trägt, während bekanntlich das zahme Rindvieh in der ganzen Welt denselben Namen hat. Der Schluss, dass jede Insel das Thier selbstständig gezähmt habe, oder dass wenigstens die Zähmung des Büffels in eine ungleich spätere Zeit falle, als die des gewöhnlichen Rindviehs, ist wohl nicht ungerechtfertigt.

wirbels, die gemeiniglich offen bleibt, geschlossen und diejenige der Paar folgenden Wirbel durch eine Knochenbrücke in zwei Hälften getheilt, wie dies Norm ist bei dem Zebu und dem Bison. Auch erreichen die Rippen bei dem Karbau oft eine ausserordentliche Breite; an einem weiblichen Skelet in Leiden fand ich sie bis 80 Mm. breit, so dass ihre Ränder sich fast berührten; an einem grossen männlichen Skelet betrug die Breite dann nur 55 Mm. Noch weiter geht indess die Breite bei dem afrikanischen Büffel, Bubalus caffer, wo ich an einem Thier von weit geringerer Grösse, als der eben genannte männliche Karbau, 106 Mm. mass.

Bubalus antiquus.

Die charackteristische Form der Skelet-Theile des Büffels hat mich in den Stand gesetzt, wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit festzustellen, dass das Genus Bubalus, das man bisher allgemein auf den Continent von Asien ursprünglich beschränkt glaubte, in der Diluvialperiode auch in Europa vertreten war, obschon nachgewiesen ist, dass seine heutigen Vertreter in Europa aus Asien stammen. (S. Cuvier Oss. foss. IV. 123 u. f.).

Es gründet sich diese Vermuthung, welche zu der Gegenwart von Pferden in der Diluvial-Periode von Süd-Amerika eine nicht uninteressante Parallele bilden würde, auf die Untersuchung der selben mir von meinem Freunde B. Gastaldi in Turin zugesandten Höhlenknochen von der kleinen Insel Pianosa zwischen Corsica und Elba, welche auch — in schon angegebener Gesellschaft — die früher erwähnten Ueberreste von Antilopen und von Bos intermedius M. de Serres geliefert hat. Abtheilung I. p. 89. 97.

Die Knochen liegen dort, wie in andern Knochenhöhlen, in einem äusserst harten, klingenden rothen Thon, nach dessen Absprengung die Knochensubstanz mit weisser Farbe zum Vorschein kommt, und so reichlich, dass Gastaldi geneigt ist, daraus auf einen frühern Zusammenhang der Insel mit dem Festland zu schliessen.

Leider gehören die Ueberreste, die ich dem Genus Bubalus zuzuschreiben mich veranlasst sehe, nicht dem Schädel, sondern nur sonstigen Skelettheilen an, welche hier einlässlich zu beschreiben keinen Werth haben kann, allein welche ich nur mit solchen des Büffels zu parallelisiren vermochte. Zum unumstösslichen Beleg von der Anwesenheit des Büffels in der Diluvialepoche Europa's muss also allerdings die Auffindung eines

Hornstückes oder eines sonstigen charakteristischen Schädeltheils abgewartet werden; immerhin mag vielleicht dieser Wink auch zur neuen Prüfung des Inhaltes von Knochenhöhlen in dieser Richtung anregen.

Afrikanische Büffel.

Neben den zahmen und wohl ohne Zweifel von Asien aus nach Ost-Africa verbreiteten Büffeln ist dieser Continent im weitaus grössern Theil seiner Ausdehnung von einheimischen Büffeln bewohnt, welche, so viel bekannt, niemals in den Zustand des Hausthieres übergegangen sind, und welche sich auch osteologisch leicht als eine besondere Gruppe von den asiatischen Büffelarten unterscheiden lassen. Sie besitzen nämlich Hörner von weniger abgeplatteter Gestalt, welche mit dem Alter und namentlich bei den männlichen Thieren an der Basis oft zu ausserordentlichen Graden anschwellen und schliesslich die ganze Stirnfläche einnehmen können, wie bei Ovibos.*) Ueberdies fehlt ihnen die Verschiebung der Choanenöffnung und des Vomer nach hinten, die ein so auffälliges und gemeinsames Merkmal asiatischer Büffel bildet. Endlich ist der Gesichtstheil des Schädels mehr verkürzt und zugespitzt als bei diesen.

Die bisherigen Autoren haben die afrikanischen Büffel in zwei Formen getrennt, wovon eine, durch Sparmann zuerst bekannt geworden, den Namen Bubalus (Bos) caffer, eine andere, durch schwächere Hörner ausgezeichnet, durch Gray den Namen Bubalus (Bos) brachyceros erhalten hat. Die erste, vom Cap bis nach Kordofan hinauf einheimisch, ist schon von Cuvier (Oss. foss. IV. 132), dann von Volborth (de bobus Uro, Arni et caffro 1825) beschrieben worden. Sie ist auch in den Museen reichlicher vertreten als die zweite, die Cuvier und A. Wagner noch unbekannt geblieben zu sein scheint. Letztere ist bisher hauptsächlich an der West-Küste Afrika's beobachtet worden, in neuester Zeit auch in N.-Ost-Afrika durch v. Heuglin (Nova Acta Nat. Curios. 1864).

Ueber die Litteratur für beide verweise ich auf Gray's Catalogue pg. 24 und 28, und A. Wagner, Naturgeschichte des Rindes Pag. 226.

Abbildungen des Schädels von Bubalus caffer finden sich bei Buffon XI. Pl. 41,

*) A. Wagner sah sich dadurch veranlasst, sie mit Einschluss von Ovibos unter einem besondern Collectivnamen „Farren“ zu vereinigen.

Fig. 34 (Hörner), bei Cuvier Pl. IX. Fig. 14. 15, bei Volborth Tab. III., bei Wagner Pl. 295 A Fig. 9. 10. und bei Gray Tab. II., von der kleinhörnigen Form bei Gray Tab. I. und von Heuglin Tab. III., Zeichnungen über diese Thiere bei Vasey, Ox Tribe pg. 86. 90. 112. 114. In neuester Zeit hat endlich Blyth, Proc. Zool. Soc. London 1863. pg. 157. die kurzhörnige Form gar in 3 Species getheilt, von welchen er den zwei neuen den Namen Bubalus reclinis (Gray, Catal. Tab. II. Fig. 3) und Bubalus planiceros gibt.

Sundewall hat umgekehrt schon die Verschiedenheit der gross- und der kleinhörnigen Form in Zweifel gezogen (Pecora, pg. 202), indem er in der letztern die Jugendform der erstern vermuthet, und auch Theod. v. Heuglin findet Schwierigkeiten, die von ihm abgebildeten Schädel der einen oder der andern Species zuzuschreiben.

Das Material, welches ich über diese afrikanischen Büffel zur Verfügung hatte, bestand aus 4 einzelnen Schädeln und einem ganzen Skelet nebst zwei ausgestopften Thieren von B. caffer (alle vom Cap) und 2 Schädeln von B. brachyceros (Goldküste) in Leiden, einem von Ruppel mit B. caffer bezeichneten, von Gray unter B. brachyceros aufgeführten Schädel (aus Abessinien) in Frankfurt und 2 Stirnstücken von B. caffer, sowie einem unbezeichneten Schädel in Strasburg.

Unter diesen Schädeln bildeten einerseits einige riesige Exemplare grosshörniger männlicher Thiere vom Cap, anderseits die zwei kleinen Schädel von der Goldküste allerdings zwei weit aus einander liegende Extreme; allein Zwischenformen fehlten nicht und namentlich war es in Bezug auf den Schädel in Frankfurt sehr schwer zu sagen, zu welcher der beiden Formen er zu zählen sei. Schon hierin lag also die Andeutung deutlich vor, dass weitgehende locale Abänderungen oder Racen hier ebenso vorkommen konnten, als bei dem indischen Büffel.

Wir haben oben die Merkmale angegeben, welche allen diesen Schädeln gemeinsam sind und gleichzeitig sie von denjenigen asiatischer Büffel unterscheiden. Aus der successiven Beschreibung der verschiedenen Modificationen dieses gemeinsamen Typus wird sich am besten ergeben, in wiefern ihnen eine solche Constanz und Gewicht zukömmt, dass sie als specifisch gelten dürften.

Bubalus caffer Gray.

Von der am Cap einheimischen grosshörnigen Form giebt Gray in Fig 1. Tab. II. seines Cataloges eine vortreffliche Abbildung, zu der wir hier eine hintere Ansicht des Schädels fügen



5. Bubalus caffer. ♂.

Es geht daraus hervor, dass das Occiput oder vielmehr der Bau der ganzen Hirncapsel im Allgemeinen demselben Typus folgt, wie beim indischen Büffel. Auch hier haben wir eine dreieckige vertikale Occipitalfläche, welche durch eine sehr vorragende Lambdoidkante von der Parietalzone abgetrennt ist. Dass die Occipitalfläche in seitlicher Richtung ausgedehnter ist als selbst bei starkbewaffneten Schädeln von Bubalus indicus, erklärt sich durch das ganz colossale Volumen und Gewicht der Hörner; wie denn an schwächer behornten Schädeln, ebenfalls vom Cap, die Occipitalfläche sich auch einfach oval zeigte mit relativ schwacher Ausbildung des Mastoidtheiles. Solche Schädel unterscheiden sich dann im Hinterhaupt vom Arni oder von dem stark bewaffneten Karbau höchstens durch etwas bedeutendere Höhe.

Die Parietalzone ist bei dem Capischen Büffel, so gut wie bei dem indischen, vom Occiput abgebogen, und zwar in weit stärkerem Maasse als bei dessen italienischer Varietät, denn sie bildet, ähnlich wie beim Karbau, mit dem Occiput einen stumpfen Winkel. Die Stärke dieses Winkels hängt dabei nicht wie bei dem italischen Büffel von der Aus-

dehnung der Sinus frontales ab, denn die colossalen Knochenanschwellungen auf der Stirn alter Schädel beruhen, wie die Oberflächenansicht zeigt (Fig. 2. Tab. II. bei Gray, Fig. 14. Tab. IX. bei Cuvier), nicht auf einer Anschwellung der Stirnfläche selbst; zwischen ihnen verfolgt vielmehr die allerdings oft nur furchenartige Stirnlinie ungestört ihren Weg zum Occiput, und zwar so, dass bei Abtragung der Hornwülste die Stirnwölbung ein flacheres Profil hat, als selbst bei dem Karbau. Auch bei dem Capischen Büffel steigt die Profillinie des Schädels von den Nasenbeinen geradlinig nach der Scheitelhöhe, die mitten zwischen den Hornansätzen liegt und wendet sich dann in schwachem Bogen nach der ebenso allmählig absteigenden Parietalfläche. Der Winkel zwischen Parietale nnd Stirnfläche ist sogar offener als ich an irgend einem Schädel des Karbau fand: ja die Knickung beider Flächen ist nicht stärker als bei Hemibos und Anoa; nur ist die Parietalzone des Capbüffels dann etwas kürzer als an diesen primitiven Formen.

Auf dieser an sich sehr flachen Stirn erheben sich aber dann allerdings seitlich von der Mittellinie die Knochenanschwellungen der Hornwurzeln als mächtige warzige Wülste, welche von der Parietalzone bis zum Augenhöhlenrand reichen können, doch weder erstere noch letztern je überdecken; die Parietalzone kömmt daher bei vollkommen seitlicher Ansicht des Schädels hinter dem Hornrand immer noch zur Ansicht. In querer Richtung können dann diese Knochenwülste so weit gegen die Mittellinie vorwuchern, dass die Stirnfläche hier auf eine tiefe und schmale Furche beschränkt bleibt, wie beim Moschus-Ochsen und beim Gnu. Vollkommenes Zusammenstossen, wie bei alten Schädeln von Ovibos, sah ich indess beim cafferschen Büffel nie.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass daher auch hier, so gut wie beim Moschus-Ochsen und beim Gnu, das weibliche Thier, ähnlich wie das junge männliche, durch grössere Distanz der Hornbasen hinter dem männlichen zurückstehen wird.*) Allein wie weit bei dem weiblichen Capischen Büffel diese Wucherungen im Alter überhaupt gehen, vermochte ich nicht zu bestimmen, da die Schädel des Leidener Museums sämmtlich

*) Wie ausserordentlich das junge Thier von dem alten in der Ausbildung der Hörner abweicht, zeigt die von Hamilton Smith, Supplement to the Order Rumin. pag. 384 mitgetheilte und von Vasey, Ox Tribe pag. 90 reproducirte Abbildung. Smith sagt mit Recht, dass beide fast wie zwei verschiedene Arten aussehen.

Auch die Vergleichung der fünf männlichen Schädel des Leidener Museums zeigt mir, dass mit zunehmendem Alter der Kopf dicker, das Occiput höher, die Parietalzone kürzer wird, die Hörner sich der Mittellinie des Schädels annähern, an der Basis stärker anschwellen und sich immer mehr von ihrem Ursprung an abwärts neigen.

männlichen Thieren angehörten. Allein auch an dem jüngsten von ihnen war die Stirnfurche kaum breiter als die Nasenbeine.

Führen wir die Beschreibung des männlichen Schädels von Bubalus caffer zu Ende, so wurde schon bemerkt, dass die Hörner, auch abgesehen von der Anschwellung ihrer Wurzeln, anders gestaltet sind als beim indischen Büffel. Zwar ist auch hier wenigstens an der Wurzel die Unterfläche vollkommen platt, was zur Folge hat, dass die Schläfengrube selbst an stark bewaffneten Thieren kaum mehr deprimirt wird als an dem indischen Büffel: allein die Oberfläche ist stark gewölbt und geht nach beiden Seiten in stumpfen Kanten in die Unterfläche über; der Durchschnitt (wenigstens der Hornscheide) ist daher nicht mehr dreieckig, wie bei Bubalus indicus, sondern halbkreisförmig, doch immerhin noch mit stärkerer vorderer und schwächerer hinterer Wölbung; nach den Spitzen zu werden die Hörner dann ganz cylindrisch. Ihre Richtung geht unter allen Umständen zuerst rechtwinklig von der Schädelachse nach aussen und gleichzeitig nach unten; im weitern Verlaufe richtet sich das Horn etwas nach hinten, um sich schliesslich mit den Spitzen wieder auf- und endlich ganz rückwärts zu wenden. Die Hornrichtung unterscheidet sich von derjenigen von Ovibos nur darin, dass sich bei diesem das Horn durchweg schief nach vorn, dort nach hinten wendet. Allein wie bei Ovibos gehen an jüngern Thieren die Hörner mehr horizontal nach aussen und richten sich nur bei alten hart an der Schläfe vorbei nach unten.

Der Gesichtsschädel des männlichen Cap-Büffels unterscheidet sich von demjenigen des indischen hauptsächlich durch grössere Kürze und daher auch relativ grössere Breite und Höhe. Die Augenhöhlen, an jüngern Thieren noch weniger vorragend als beim indischen Büffel, treten mit dem Alter etwas röhrenförmig vor, wenn auch nicht bis zu dem Grade wie bei dem Bison, doch mit radialen tiefen Gefässfurchen wie bei diesem. Die Foramina orbitalia liegen weiter zurück als bei Bubalus indicus, indem sie nicht mehr zwischen den Augenhöhlen, sondern hinter diesen zwischen den kurzen Schläfeneinschnitten der Stirn liegen; sie bilden dabei mächtige, wahrhaftig Schiessscharten ähnliche runde Trichter fast ohne ausführende Rinne. Auch die Nasenbeine schieben sich weiter, bis zwischen die Augenhöhlen hinauf, so dass ihre Spitze in eine Linie fällt mit dem Thränbein-Einschnitt des Augenhöhlenrandes. Obschon an beiden Enden erweitert und in der Mitte eingeschnürt, spitzen sie sich doch zuletzt vorn und hinten einfach und ziemlich gleichförmig zu, sehr verschieden vom indischen Büffel. Sie sind schwach gewölbt und die ganze Länge beträgt kaum mehr als das Dreifache der geringsten Nasenbreite. Von Incisuren des Vorderrandes zeigten alle Leidenerschädel nichts.

Das Thränbein verhält sich wie bei Bubalus indicus; allein da auch der Oberkiefer sich oben weit hinaufschiebt, so bleibt jenes von der Berührung des Nasenbeins fast ausgeschlossen. Auf der Stirn-Thrän-Naht findet sich eine starke Knochenverdickung wie bei allen Büffeln. Die Intermaxillae sind in ihrem horizontalen Theil sehr kurz und breit, in ihrem aufsteigenden Ast massiv und erreichen das Nasenbein entweder gar nicht, oder nur mit der Spitze.

Die Seiten-Ansicht des Schädels zeigt dazu noch den massiven, etwas ansteigenden und daher hinten wieder geknickten Jochbogen, das weite Vorragen der Umgebung des knöchernen Gehörganges über das Unterkiefergelenk hinaus, die sehr schief nach vorn gehende Richtung der Augenhöhlen, welche nicht über die Stirnfläche vorragen, die grosse Höhe des Unterkiefers.

Auf der Unterfläche verhält sich, wie schon gesagt, die Choanenöffnung wie bei Bos Taurus. Der knöcherne Gaumen ist auffallend breit und kurz und vor der ebenso kurzen Zahnreihe stark verengert; auch der intermaxillare Theil des Gaumens ist sehr breit und kurz, die Foramina incisiva ergiebig. Wie beim indischen Büffel kömmt oft der Vomer vorn in der Mediannath des Gaumens zum Vorschein.

Ueber das Gebiss siehe Abtheilung I. pag. 91. 104. und Tab. II. Fig. 45. 46.

Von diesem excessiven Gepräge alter männlicher Schädel weicht nun der in Frankfurt aufbewahrte Schädel aus Abessinien sehr stark ab: vorerst durch grössere Länge des Gesichtes (auch sind die schlanken Nasenbeine vorn mit einer kleinen seitlichen Incisur versehen), durch geringeres Vorragen der Augenhöhlen und Ausbildung langer Supraorbitalrinnen, in deren Mitte, in der Höhe des hintern Orbitalrandes, die Foramina supraorbitalia liegen, wie beim indischen Büffel; allein vor allem durch scheinbar sehr abweichende Bildung des Hinterhauptes und der Hörner. Die Parietalzone ist nämlich ausgedehnter als bei den untersuchten Capbüffeln und auch der Stirnwulst erhebt sich weit mehr über die Occipitalfläche, so dass in der hintern Ansicht des Schädels die Schläfe, statt einen engen Einschnitt zu bilden, vielmehr so weit offen liegt wie beim indischen Büffel und den Hornansatz weit von der eigentlichen Occipitalfläche abtrennt. Die Hornzapfen gehen dabei fast horizontal vom Schädel ab und schwellen an der Basis nur schwach an, so dass zwischen ihnen die Stirn kaum vertieft oder verengt ist; auf dem Gipfel der Wolbung, also an der engsten Stelle, ist sie so breit als die Parietalzone. Allein von vorn gesehen erhebt sich die Stirn nach den Hornwurzeln hin ganz allmählig in zwei rundliche, vollkommen glatte Buckel, von welchen erst weit nach aussen die Hornzapfen entspringen, sehr ähnlich wie bei schwach gehörnten und namentlich weiblichen Schädeln des java-

nischen Banting. Von hinten sieht dadurch der Frankfurter-Schädel der unten in Holzschnitt 7 gegebenen Occipital-Ansicht von Bubalus brachyceros gleich, sofern man sich die rauhen Hornwurzeln um die volle Breite der Parietalzone von einander entfernt denkt.

Die Hörner selbst folgen durchaus dem Typus von Bubalus caffer; sie sind unten vollkommen flach, die Oberflache gewolbt, nach den Spitzen hin cylindrisch, allein ihre Stärke ist im Verhältniss zum Schädel auch an der Wurzel nicht viel grösser als bei dem italischen Büffel.

In allen Beziehungen verhält sich demnach der Frankfurter-Schädel zu demjenigen in Leiden, wie weibliche Schädel von Ovibos und Gnu zu männlichen, oder wie Bootherium bombifrons zu B. cavifrons, und ich kann daher nicht anstehen, ihn, obschon die Bezeichnung seines Geschlechts mangelt, für einen weiblichen Schädel von Bubalus caffer zu halten.

Es bleibt hiemit unerörtert, ob nicht überdies Bubalus caffer in verschiedenen Bezirken verschiedene Grade der Hornbildung zeigen kann und der weibliche Schädel in Frankfurt gerade einer solchen Varietät angehört. Hieruber habe ich nur einige Anhaltspunkte, welche mir aber dies höchst wahrscheinlich machen. Solche schwach bewaffnete Schädelstücke, mit nicht stärkeren Hörnern als Bubalus italicus, allein von anderer Form und auf Schädeln von dem Typus von Bubalus caffer aufsitzend, enthält das Strasburger Museum.

Obschon ich nicht im Stande bin, alle diese weitgehenden Modificationen im Schädel des Cap-Büffels zu schildern, so ist doch so viel sicher, dass die bisher hauptsächlich nur nach den Darstellungen von Cuvier und Volborth beurtheilte Form nur diejenige des alten Männchens einer stark behörnten Race ist, und dass jugendliche und weibliche Schädel oder solche von schwach bewaffneten Racen eine von jenen sehr verschiedene Physiognomie zeigen können, welche schliesslich von derjenigen des asiatischen Büffels nicht mehr so ausserordentlich abweicht.

Bubalus (Bos Gray) **brachyceros.**

Die west-afrikanische Form, welche im Verhältniss zur vorigen den Namen brachyceros durchaus verdient, ist mir nur aus Schädeln von der Goldküste bekannt.*)

---

*) Der Name „Zamouse", den Gray seinem Bubalus brachyceros speciell beilegt, scheint nach Th. v. Heuglin a. a. O. pag. 28 eine einheimische Bezeichnung des Büffels überhaupt zu sein, wozu durch Prädi-

Die zwei Schädel des Leidener Museums, unbenannten Geschlechts, haben bei einzelnen merklichen Verschiedenheiten doch ein sehr auffälliges gemeinsames Gepräge, das sie auf den ersten Blick von den typischen Cap-Büffeln leicht unterscheidet. Unser Holzschnitt stellt den stärker bewaffneten und auch in übriger Hinsicht kräftigern derselben dar, den ich aus vielen Gründen für männlich halte. Vorerst bleibt ihre Grösse um beträchtliches hinter jenen zurück. (Schädellänge vom vordern Rand des For. magn. bis Incisivrand 418, bei Bubalus caffer üb. 500; grösste Breite des Occiput hier 230; dort 280. Stirn-Breite aussen an den Augenhöhlen hier 194, dort 257). Allein überdies ist der Schädel des Zamouse bei relativ (zur Länge) ähnlicher Breite des Hinterkopfes im Gesichtstheil weit mehr zugespitzt als beim Cap-Büffel; sein parietaler Theil ist weit mehr in die Länge gezogen, es fehlen ihm die massiven Anschwellungen der Hornansätze und die Hörner sind kürzer, an der Basis breiter und namentlich auch platter.



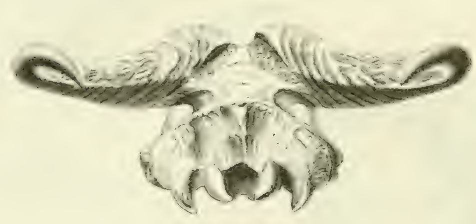
6. Bubalus brachyceros. ♂.

Das Occiput ist niedriger und mehr in die Quere gedehnt als bei männlichen

---

kate die nähere Unterscheidung noch hinzugefügt wird. Auch die Beifügung von Abessinien (bei Gray) zur Heimat von Brachyceros wäre hiemit unrichtig, da sich dies auf den oben besprochenen Frankfurter Schädel stützt.

Thieren von B. caffer und verhält sich vollkommen wie bei dessen weiblichem Schädel (in Frankfurt) und auch wie bei weiblichen Karbau's. Es steht im rechten Winkel zur Parietalzone, welche durchaus horizontal und mit dem hintern Theil der Stirnfläche in Einer Linie liegt. Erst vor dem Hornansatz senkt sich die Stirn gegen die Nasenfläche abwärts. Die Wölbung d. Schädeloberfläche ist daher geringer als bei Bubal. caffer, ja sogar geringer als bei Anoa und Hemibos, und da die Parietalzone gleichzeitig merklich länger ist als bei Bubalus caffer, so erscheint schon desshalb unter den afrikanischen Büffeln die kurzhörnige Form als die primitivere und daher wohl auch als historisch ältere. Trotz der ausserordentlichen Verschiedenheit in der speciellen Ausbildung des Schädels steht Bubalus brachyceros in Bezug auf relative Ausdehnung der verschiedenen Schädelzonen keinem Wiederkauer näher als Anoa, dessen weibliches Thier auch dieselbe schwache Stirnwölbung zeigt. Die Vergleichung der Seitenansichten in Fig. 2. Tab. I. und Fig. 1. Tab. III. der Gray'schen Abbildungen lässt dies gut in die Augen fallen. Die sogenannte Celebes-Antilope und der westafrikanische Büffel bilden zwei parallele Typen, wie etwa Tragulus und Hyemoschus.



7. Bubalus brachyceros. ♂.

Der Umriss der Stirnfläche von Bubalus brachyceros ist in der Ansicht von oben fast wie bei Bubalus caffer. Doch treten bei jenem die Augenhöhlen weniger vor; an einem der Leidenerschädel ragen sie sogar, wie bei Anoa, an keiner Stelle ihres Umfanges aus der übrigen Schädeloberfläche vor.

Vor den Augenhöhlen verjüngt sich aber der Schädel des Zamouse rasch und ziemlich gleichmässig, mit kaum stärkerer Stufenbildung für Frontal-, Maxillar-, Intermaxillartheil als bei Anoa. Die Wangengegend ist daher bedeutend schmäler und namentlich die Schnauze viel spitzer als bei Bubalus caffer. Allein die Art der Composition des Gesichtsschädels ist die gleiche wie bei diesem. Das Thränenbein wird durch zwei sich entgegenkommende Spitzen vom Stirnbein und Oberkiefer von dem Nasenbein entweder

ganz oder doch bis auf eine sehr kurze Strecke getrennt; der Oberkiefer steht auf der ganzen Länge des Seitenrandes mit den Nasenbeinen in Berührung; diese letztern erreichen mit ihrer hintern Spitze die Querlinie durch den Thräneneinschnitt der Augenhöhle; sie sind dabei etwas schmäler, daher scheinbar länger und in der Mitte weniger eingeschnürt, als bei dem capischen Büffel und spitzen sich nach beiden Enden einfach zu, höchstens mit einer seichten Incisur am vordern Rande (nur an dem einen Schädel); die Intermaxillae erreichen gerade noch mit der obern Spitze das Nasenbein, oder bleiben auch noch durch eine Lucke davon getrennt und enden ziemlich spitzig.



8. Bubalus brachyceros. ♂.

Auch in der Seitenansicht unterscheidet sich der Schädel des Zamouse, abgesehen von der so auffällig verschiedenen Hornbildung, besonders durch grössere Verlängerung der Schläfenzone und geringeres Vorragen der Augenhöhlen, sowie durch regelmässigere Zuspitzung des Gesichts von dem capischen Büffel.

Auf der Unterfläche und in den Gefäss- und Nervenöffnungen finde ich keine Unterschiede als die schon bemerkten; geringere Breite des Gaumens, gleichförmigere Zuspitzung nach vorn. Die Choanenöffnung, die weit zurückliegenden und mächtigen Supraorbitallöcher etc. verhalten sich bei beiden Formen gleich; dagegen ist der Einschnitt des Augenhöhlenrandes am obern Thränbeinrand bei dem Zamouse weit tiefer und zackig ausgeschnitten, fast wie bei Kameelen. Am Unterkiefer tritt der Winkel weniger vor als bei dem Cap-Büffel; das Gebiss folgt bei beiden demselben Typus.

Einer der auffälligsten Unterschiede bezieht sich aber auf die Bewaffnung der Stirn. Zwar schwellen auch die Hornzapfen des Zamouse gegen ihre Wurzel hin an Dicke und noch viel mehr an Breite an, und dehnen sich hier zu grossen warzigen und grubigen Exostosen aus, allein diese bleiben bedeutend niedriger als bei dem Cap-Büffel und bilden statt halbkugliger Polster wie bei diesem nur Krusten von geringer Dicke. Sie

nähern sich auch bei den beiden von mir untersuchten Schädeln der Mittellinie nur so weit, dass wenigstens ein Raum von der Breite der Distanz zwischen den Supraorbitallöchern frei bleibt.

Die Hornzapfen selbst, so gut wie ihre Scheide, verhalten sich insofern im allgemeinen wie bei Bub. caffer, als sie unten vollkommen flach, oben dagegen gewölbt sind und erst gegen die Spitze cylindrisch werden; allein sie sind dabei viel mehr abgeplattet, wie die Vergleichung unserer Holzschnitte zeigt. Auch Fig. 11.[b] und 12.[b] Tab. III. bei v. Heuglin (a. a. O.) stellen diese Unterschiede sehr gut dar.

Die Richtung der Hörner ist dieselbe wie bei schwachgehörnten Cap-Büffeln, erst direct nach aussen, dann allmählig nach hinten, bis endlich die Spitzen sich wieder nach innen, d. h. einander entgegenrichten. Allein auf diesem ganzen Verlauf bleiben sie fast in einer horizontalen, oder schwach mit dem Schädelprofil aufsteigenden Ebene, während sie sich beim Cap-Büffel stets und mit dem Alter in steigendem Maass den Schläfen entlang nach unten wenden.

Fasst man dies alles zusammen, so erscheint der Büffel von der Goldküste in seinen wesentlichsten Zügen wie eine Jugendform des capischen, hauptsächlich charakterisirt durch grössere Ausbildung der Parietalregion und schwächere, plattere, mehr nach hinten geneigte Hörner. Die Aehnlichkeit beider wächst daher, je mehr wir jugendliche Schädel des letztern vergleichen; in der That stand der jüngste der Cap-Schädel in Leiden, bei immerhin weit kürzerer Parietalzone und breiterem, stumpferem Gesicht in der Bewaffnung den Schädeln von der Goldküste schon sehr nahe. Noch mehr ist dies der Fall bei dem abyssinischen Schädel in Frankfurt, dessen directe Zusammenstellung mit Bub. brachyceros durch Gray daher leicht erklärlich ist. Doch bleibt auch hier das Gesicht breiter und stumpfer, die Hörner auf der Oberfläche gewölbter und um die Hälfte weniger breit und überdies um die volle Stirnbreite von einander getrennt.

Da die zwei Schädel von der Goldküste wenn auch nicht alten, so doch erwachsenen, d. h. mit dem vollen Ersatzgebiss versehenen Thieren angehören, so blieb also sowohl die Möglichkeit, dass sie nur junge, oder auch weibliche Individuen des Cap-Büffels sein möchten, ausgeschlossen und handelte es sich nur darum, zunächst ob sie eine blosse lokale Race des Cap-Büffels darstellen oder eine in beiden Geschlechtern von letzterem constant verschiedene Form.

Die erste Frage ist eine geographische, zu deren Lösung wohl trotz der vielen neuern Reisen in Central-Afrika noch zu wenig Material vorliegt. Die zweite lässt wenigstens nach Analogien einen Entscheid mit Wahrscheinlichkeit voraussehen. Die Abbildung

Fig. 3 Tab. II. in Gray's Catalog, die derselbe einem jungen Thier des Cap-Büffels zuschreibt, kann offenbar keinem jungen Thier angehören, da sie in dem nahen Zusammentreten der Hörner den unzweifelhaften Stempel eines alten Thieres an sich trägt. Sie kann daher auch nicht dem Cap-Büffel angehören, sondern nur der kurzhörnigen Form und lehrt, dass auch unter dieser sehr verschiedene Grade der Annäherung des Hornansatzes an die Mittellinie vorkommen; nach unsern Erfahrungen am Moschus-Ochsen, Bootherium, Gnu, und am Büffel erscheint es aber wenigstens höchst wahrscheinlich, dass hierin auch beim Zamouse Geschlechtsunterschiede liegen werden; die eben erwähnte Abbildung bei Gray scheint auch ein altes, männliches Thier darzustellen, während das entgegengesetzte Extrem, der von Heuglin in Fig. 12 Tab. III.*) abgebildete Schädel, der in der abgeplatteten Gestalt der Hörner (Fig. 12b) mit den Leidener-Schädeln übereinstimmt, einem weiblichen Thier zu gehören scheint. Die Hörner stehen hier um 3½ Zoll von einander ab; bei den Leidenerschädeln, die ich nach ihrem ganzen Gepräge für jüngere Männchen halten muss, 70 Mm.

Ein fernerer Beleg für das Auftreten weit gehender Geschlechtsunterschiede auch in der kurzhörnigen Form der afrikanischen Büffel liegt in den Abbildungen weiblicher Thiere bei Gray, Ann. Nat. Hist. II. Pl. XIII und Vasey, Ox Tribe pag. 112 und 114, sowie bei Blyth, Proc. Zool. Soc. 1863. pag. 158 Fig. 1. 2.

Hiemit halte ich auch die Aufstellung einer besondern Species, Bubalus reclinis, durch Blyth, der ihr die eben citirte Abbildung, sowie Fig. 3. Tab II. von Gray zuschreibt, sowie gar diejenige einer dritten Art, Bubalus planiceros, für beseitigt; solchen Aufstellungen kann kein Osteologe Vertrauen schenken, so lange nicht ganz andere Belege beigebracht werden; beides scheinen männliche Hörner von Bub. brachyceros zu sein.

Immerhin ergiebt sich aus den Angaben von Heuglin, dass die zwei nach den bisherigen Angaben lokal getrennten Arten der afrikanischen Büffel in N.-Ost-Afrika gleichzeitig vorkommen; sowohl dies wie der eben gegebene Nachweis analoger geschlechtlicher Unterschiede bei beiden unterstützt aber die Ansicht, dass jede den Werth einer zoologischen Species im systematischen Sinne des Wortes verdiene, wobei immerhin die kurz- oder besser platthörnige Form, Bubalus brachyceros, sich zu der dickhörnigen von Bubalus caffer wie eine primitivere zu einer abgeleiteten verhält.

Vom übrigen Skelet kenne ich nur das von Bubalus caffer, das sich von dem-

*) Offenbar ist der Umriss des Schädels in Fig. 12a nur oberflächlich und unrichtig gezeichnet.

jenigen von Bubalus indicus nur durch weit breitere, in ihrer Mitte fast aneinander stossende Rippen (bis 106 Mm. breit) unterscheidet.

Bezeichnen wir mit Namen, die nur dem hiesigen Zwecke dienen sollen, die verschiedenen Abtheilungen von Büffeln, wobei die alte Autorität von Aldrovandi und Blumenbach den barbarischen Klang des Wortes Buffelus decken mag, so würden sich die bisher bekannt gewordenen Formen von Bubalina in folgender Weise zusammenstellen lassen, wobei die vertikale letzte Kolonne die heutigen Modificationen so anordnet, dass die extremsten derselben, der italische und der capische Büffel, von der in die Mitte gestellten gemeinsamen Grundform am fernsten liegen.

	Miocen.	Pliocen.	Diluvium.	Gegenwart.
Buffelus		palaeindicus	(antiquus.)	indicus. Varietas italica, Arni, sondaica.
Probubalus	Sivalensis. (Hemibos Falc.) acuticornis. (Amphibos Falc.)			celebensis. (Anoa Q. G.)
Bubalus				brachyceros. caffer.

Die drei Unterabtheilungen könnten etwa in folgender Weise charakterisirt werden:

Probubalus: Occiput vorgezogen. Hörner dreieckig, nach hinten gerichtet, Choanen und Vomer nach hinten verlängert. Heimat Asien.

Buffelus: Occiput kurz, Hörner platt, dreieckig, seitlich gerichtet; Choanen und Vomer wie vorhin. Heimat Asien.

Bubalus: Occiput vorgezogen bis kurz, Hörner halb-cylindrisch, Choanen und Vomer normal. Heimat Afrika.

Der Palaeontologe kann sich bei Ueberblick dieser Aufzählung des Eindrucks nicht erwehren, dass wir die fossilen Formen von Büffeln wohl nur noch zum kleinern Theil kennen mögen. Allein es ist nicht unwahrscheinlich, dass, wenigstens in Afrika, auch die heutigen Büffel sich noch formenreicher zeigen werden. Vielleicht mag dahin schon der apokryphe Bos Pegasus von Hamilton Smith gehören, über den ich nicht das mindeste neue ausfindig machen konnte. Allein dahin zähle ich auch das zahme Damara-

Vieh der Betjuanen, wovon bereits Schädel in England existiren. Es scheinen dies Büffel zu sein mit cylindrischen, zu einer sehr bedeutenden Länge anwachsenden Hörnern, die erst horizontal, später abwärts gebogen, rechtwinklig vom Kopf abgehen, wo sie seitlich von zwei mächtigen Knochenanschwellungen entspringen, welche die ganze Stirnfläche hinter den Augenhöhlen einnehmen; sie gehören mithin zu der Gruppe der afrikanischen Büffel.*) Vielleicht mögen auch andere gezähmte Formen des afrikanischen Büffels in verschiedenen Theilen des innern Afrika noch zum Vorschein kommen.

---

*) Mir ist diese vielleicht durch Zähmung schon modificirte Form nur bekannt aus einer durchaus den Stempel der Treue an sich tragenden Abbildung in dem für Zoologie sonst nicht etwa als Quelle sich empfehlenden Reisewerke Andersson's über S. W. Afrika.

II. Bisontina.

Cuvier macht schon aufmerksam, dass beim Auerochs die Schädel-Oberfläche um einige Zoll hinter den Hornansatz zurücktritt und nur in stumpfem Winkel in die Occipitalfläche übergeht (Oss. foss. IV. 109), und auch A. Wagner gründet theilweise auf dieses Merkmal seine Gruppe der Wisente, freilich mit Einschluss von Bos Gaurus (Naturgeschichte des Rindes pag. 7.). Auch nach den hier befolgten, mehrfach erörterten Principien erscheint dieses Verhalten als ein für die Systematik sehr wichtiges und nöthigt, die Bisonten unmittelbar auf die Büffel folgen zu lassen.

Die Bisonten besitzen eine weit reichlichere Litteratur als die Büffel und selbst — wenigstens in osteologischer und palaeontologischer Richtung — eine reichere als irgend eine andere Gruppe der Bovina. Eine sehr vollständige Aufzählung derselben findet sich bei Gray, Catalogue pag. 36—39 und bei A. Wagner, Naturgeschichte des Rindes pag. 9 und 41. Palaeontologisch wichtig sind folgende Quellen: Cuvier, Oss. foss. IV. pag. 105 und 140. Volborth, de Bobus Uro, Arni et caffro. Berol. 1825. Bojanus, de Uro nostrate. Nova Acta Acad. Nat. Cur. XIII. 2. 1827. H. v. Meyer, über fossile Reste von Ochsen, ebendas. XVII. 1. 1835. Eichwald ebendas. XVII. Suppl. 1835. Leidy, extinct species of American Ox. Smithson. Contrib. Vol. 5. 1852. Nordmann, Palaeontologie S.-Russlands. Helsingfors 1859. Heft III. Eine eingehende Beschreibung des Skeletes findet sich endlich in meiner Fauna der Pfahlbauten, Basel 1861. pag. 67., wo auch die Quellen über einzelne osteologische Détails angegeben sind.

Diese reichlichen Arbeiten machen eine so einlässliche osteologische Beschreibung der Bisonten, wie ich sie für die Bubalina gab, entbehrlich. Es genügt hier eine allgemeine Charakteristik des Typus der Wisente und eine kurze Besprechung der bisher bekannten Formen.

Die gewölbte, sehr breite Stirn, der Ursprung der Hörner auf Hornstielen, welche die eigentlichen Hornzapfen ganz ausser den Bereich des Schädels bringen, die cylindrische, kurze, rasch nach oben gekrümmte Form und die vollkommen seitliche Richtung der Hörner selbst, das Vortreten des Occiput über den frontalen Theil des Schädels hinaus: sind die charakteristischen Merkmale des Bisonschädels, zu welchen im Gesichtstheil noch das röhrige Vortreten der Augenhöhlen, die rasche Zuspitzung des Gesichts, die kurze und breite Gestalt der Nasenbeine hinzukommen.

Alle diese Merkmale erscheinen im Verhältniss zu der für Bovina meist als Schablone benutzten, allein gerade excessiven Form von Taurus als jugendliche und belegen, dass der Schädel der Bisonten sich von dem allgemeinen Wiederkauertypus nicht so weit entfernt wie Taurus. Junge Bisonschädel sehen zwar jungen Schädeln unsers Rindes in vielen wichtigen Beziehungen auffallend ähnlich, allein im Alter entfernt sich der Bison von dieser Jugendform weniger als Taurus. In den nämlichen leitenden Beziehungen geht anderseits der Bison einen guten Schritt über das Maass der Bubalina hinaus; sein Parietale liegt bereits zum grössern Theil in der Occipitalfläche und greift nur seitlich, über der Schläfenkante, und mit einem allerdings ansehnlichen medianen Zipfel auf die Stirnfläche hinüber. Die Occipitalkante verläuft also mitten durch das Parietale hin, oder selbst nahe an seiner vordern Grenze, und die Parietalzone zerfällt dadurch in einen grössern untern Theil, der mit der Squama occipitis sehr früh verschmilzt, und in einen kleinen obern, der noch auf die Schädelfläche gelangt und hier oft eine erhöhte, kantig abgegrenzte und rauhe Facette bildet. Bei den Büffeln verlief die Occipitalkante durchweg an der hintern Grenze der Scheitelzone und war es bei Anoa und Hemibos die Squama occipitis, welche mit einem vordern Zipfel auf die horizontale Parietalzone gerade so übergriff, wie hier das vertikale Parietale auf die horizontale Stirnfläche. Um so viel also, um die ganze Parietalzone, ist das Hinterhaupt im Vergleich zu dem des Bison verkürzt.

Hierin liegt auch in genetischer Beziehung meines Erachtens das Hauptmerkmal der Bisonten.

Weniger wichtig, allein immerhin für Diagnostik dienend, sind folgende ihnen gemeinsame Merkmale: erstlich der ovale Umriss der Occipitalfläche; obschon je nach Alter, Geschlecht, Hornstärke, Höhe und Breite wechselnd, ist sie doch immer mehr in die Quere gestreckt und relativ niedriger als bei Büffeln, allein auch seitlich mehr abgerundet, indem der Schläfentheil des Occiput niemals so stark nach aussen vortritt, wie bei diesen (auch seitlich tritt daher der untere Rand der Schläfengrube niemals so stark nach aussen wie bei Büffeln); Ovibos, wo freilich das Parietale ganz von dem Occiput

ausgeschlossen ist, nähert sich in der geringen Ausdehnung des Mastoidtheils und der Exoccipitalia dem Bison noch am meisten.

In Folge ihrer Verschmelzung mit dem Occiput ist aber auch die ganze Parietalzone des Bison viel breiter als diejenige des Büffels und selbst in ihrem engsten Theile zwischen den Schläfeneinschnitten weniger eingeschnürt als dort.

Die Stirn des Bison unterscheidet sich nur durch ungewöhnliche Breite und gleichmässige Wölbung, durch die weit abstehenden Hornstiele und durch die vorragenden Augenhöhlen von derjenigen des Büffels; doch bleiben stark gehörnte Individuen des Karbau und des Cap-Büffels an relativer Stirnbreite wenig hinter ihm zurück. Weit charakteristischer ist daher die plötzliche und rasche Verjüngung des Gesichts vor den Augenhöhlen. Besässe der Bison den langen und nur stufenweise sich verjüngenden, vorn abgestumpften Gesichtsschädel vom Büffel, so würde er, von den Hörnern abgesehen, namentlich dessen Cap-Form in der Oberflächen-Ansicht nicht unähnlich sein. Auch die Nasenbeine, die zwar wie bei dem afrikanischen Büffel bis in die Linie zwischen den Lacrymaleinschnitten der Augenhöhle hinaufragen, sind weit breiter und kürzer als dort, so dass die Nasenöffnung auf grösserer Strecke frei ist. Die Nasenbeine nehmen dabei von hinten nach vorn an Breite beständig ab und tragen vorn constant einen seichten Einschnitt; in querer Richtung sind sie gleichmässig gewölbt. Die Supraorbitalrinnen beginnen sehr hoch oben, hinter den Augenhöhlen, wie bei den afrikanischen Büffeln, allein bilden von da an bis nach der Wange tiefe Furchen.

Eigenthümlich ist der zahnartige, am trockenen Schädel bewegliche Dorn, der an der Stelle, wo die Spitze des Oberkiefers sich an die Intermaxilla anlegt, seitlich in die Nasenöffnung hineinragt; ich habe ihn nur an einigen männlichen Schädeln des polnischen Auerochsen gesehen und kann, da ich keine jüngere Schädel untersuchen konnte, der von Gruber und Jäger gegebenen Deutung (Jäger, osteologische Bemerkungen. Nova Acta Acad. Nat. Cur. XXVI. 1. 1855 pag. 117) weder beistimmen noch entgegentreten. Er ist gut dargestellt in der vortrefflichen Zeichnung bei H. Wood's Descript. of the fossil Skull of an ox. London 1839. In der noch bessern (der besten, die ich kenne) bei Volborth Tab. I. fehlt er. An amerikanischen Schädeln sah ich ihn nicht.

In der Seitenansicht wird die durch den Hornansatz tief zusammengedrückte, nach aussen wenig vorragende Schläfe sichtbar, die Form des Thränenbeins, welches eine lange und schmale Zone bildet, mit weit an den Nasenrand vortretender vorderer Spitze, die ungewöhnliche Höhe des Oberkiefers, die (bei geringerer Länge) noch erheblich grösser ist als beim capischen Büffel, so dass er, schon durch das Thränenbein hinten vom Na-

senbein getrennt, dieses nur auf sehr kurzer Strecke berührt. In der That ist die Wangenfläche bei keinem Wiederkauer so hoch und kurz wie beim Bison. Einen Ausdruck dafür gibt auch die Richtung der Masseterkante, die vor den Augenhöhlen fast vertikal absteigt. Die Intermaxilla bleibt vom Nasenrand entfernt, wie bei afrikanischen Büffeln. Der Unterkiefer ist in seinem horizontalen wie in dem aufsteigenden Ast auffallend niedrig und schwach.

In der Unterfläche und den Gefäss- und Nervenöffnungen folgen die Bisonten in manchen Punkten dem Vorbild von Ovibos; die Fossae sphenomaxillares bleiben hinter der Backzahnreihe zurück; die Choanenöffnung, in ihren Seitenwandungen (welchen ein Hamulus Ossis pterygoidei fehlt) trichterförmig erweitert, tritt noch mehr zurück, allein ohne dass ihr der Vomer so weit nachfolgt. Wie Ovibos hat ferner auch Bison ein ausserordentlich grosses dreieckiges Foramen sphenopalatinum, das so weit nach hinten liegt, dass es in der Seitenansicht des Schädels hinter dem Maxillarrand zum Vorschein kommt. Das For. sphenoorbitale bildet einen mächtigen trichterartigen Canal, der in seinem fernern Verlaufe das For. opticum, ethmoideum und das sehr grosse For. supraorbitale internum enthält.

Im übrigen Skelet sind als gemeinschaftliche Merkmale der Bisonten aufzuführen: der Besitz von mindestens 14 Rippentragenden Wirbeln; die Abtheilung der bei den meisten Bovina sonst einfachen Nervenlöcher an der Mehrzahl der Rückenwirbel in zwei getrennte Oeffnungen durch eine über das Loch sich hinziehende Knochenbrücke; die ausserordentliche Höhe der Rückendornen, deren Gräte sich nach hinten nur allmählig in die Lendengräte erniedrigt; und endlich die sehr eigenthümliche Statur mit relativ hohen Hinter- und kurzen Vorderfüssen. Auch die Form jedes einzelnen Extremitäten-Knochens und seiner Gelenkflächen ist durchweg, wie ich an einem andern Ort gezeigt habe, eigenthümlich und nähert sich am meisten den Hirschen.

Ueber die specifische Verschiedenheit der zwei gegenwärtig geographisch getrennten Formen des Bison ist es heutzutage, da man die lebenden Thiere in mehreren zoologischen Gärten unmittelbar vergleichen kann, und auch ihre Skelete nicht mehr Seltenheiten sind, leichter zu urtheilen als zur Zeit Cuvier's.

Wie schon Pallas, so anerkannte auch Cuvier die grosse Verschiedenheit des äussern Habitus beider Thiere; nichtsdestoweniger kam er zu dem Schluss, dass die grossen individuellen und namentlich Geschlechtsunterschiede des Schädels es schwer machten, die beiden Species osteologisch zu trennen; höchstens schien ihm die amerikanische durch kürzere Hörner, breitere Stirn, geringeres Vorragen der Augenhöhlen und durch

andere Rippenzahl bezeichnet zu sein; immerhin bewog ihn der Blick auf die ganz andere äussere Erscheinung, doch die Selbstständigkeit beider Arten anzunehmen (Oss. foss. IV. 118-121.) Zu demselben Urtheil kömmt A. Wagner (Naturgeschichte des Rindes pag. 51.), der den amerikanischen Bison als einen durch lokale Einflüsse zu einer constanten Varietät modificirten Abkömmling des europäischen Auerochsen ansieht.

Ich finde nicht, dass diese Frage seither erörtert worden ist; vielmehr scheinen alle spätern Autoren von vorneherein die Verschiedenheit beider Arten angenommen zu haben. Eine neue osteologische Prüfung der Frage mag daher hier nicht überflüssig sein.

Bison americanus.

Ich muss vorausschicken, dass auch ich, als ich, zuerst in Amsterdam, beide Formen, jede in beiden Geschlechtern in aneinanderstossenden Gehegen lebend vergleichen konnte, von dem verschiedenen Aussehen derselben lebhaft überrascht war. Neben dem mächtigen, hochbeinigen, und abgesehen von dem nicht gerade hohen Buckel, den die Rückendornen zwischen den Schultern bilden, bis zum Kreuz fast gleich hohen europäischen Thier sah allerdings der merklich kleinere Amerikaner mit seinem weit stärkeren und mächtigern Schulterbuckel und seiner schmächtigen und niedrigen Lendengegend ganz anders aus. Dass dabei das Haarkleid viel ausmachte, war offenbar: bei dem Amerikaner liess ein Mantel von luxurios langer Wolle den Schulterhöcker um viel grösser erscheinen, während der europäische Auerochse über den ganzen Rücken hin, von dem Stirnbüschel bis in die Kreuzgegend nur von einem Vliess hellerer, aber nicht besonders langer Wolle bedeckt war, das sich über den Schultern nur etwas mehr seitlich ausbreitete. Auch die langen Büschel von Wolle, welche dem Amerikaner die Knie verhüllen, seine weit dunklere Farbe, die kurzen und stark gebogenen Hörner geben ihm ein höchst eigenthümliches Aussehen.

Allein schon in den verschiedenen Gärten und Sammlungen Hollands und Belgiens wurde mir deutlich, wie sehr Haarkleid und Farbe, die so viel zum äussern Gepräge des Thieres beitragen, nach Jahreszeit und Alter wechseln können; dies bestätigen auch die wenigen guten Abbildungen namentlich am europäischen Thiere reichlich. (Bojanus a. a. O. Tab. XX. Jarocki, Zubr oder der lithauische Auerochse, Hamburg 1830). Immerhin ist sicher eine Verwechslung beider Thiere im Leben unmöglich.

Der Schädel*) von Bison americanus ist in seiner Gesammtheit massiver, breiter und nimmt von der Schnauze an nach hinten rasch und regelmässig an Breite zu, so dass die seitlichen Contouren von der Schnauze bis zur Schläfe fast gerade, nur durch die Augenhöhlen unterbrochene Linien bilden. Allein auch die Augenhöhlen ragen nicht sehr stark vor; sie selbst sind kegelförmig, von sehr breiter Basis zu der relativ engen Oeffnung rasch verjüngt, am Thränbeinrand tief eingeschnitten. Die ganze Schädeloberfläche ist gewölbter als bei dem Europäer und die Stirnwölbung geht ganz allmählig in diejenige der Augenhöhlen über. Auch die Nasenwölbung setzt sich gleichförmig in diejenige der Wange fort; allein die Nasenbeine selbst sind flacher und breiter als beim Auerochsen; die Hornstiele sind wesentlich länger, die Hornzapfen dagegen kürzer und stärker gekrümmt. Das Occiput tritt mehr nach hinten vor, da die Parietalzone breiter ist; die Occipitalfläche ist relativ hoch, etwas dreieckig, und das Scheitelbein erhebt sich, von hinten gesehen, breit und hoch über die Occipitalkante.

Bison europaeus.

Beim europäischen Auerochs ist die Schädeloberfläche merklich gestreckter und schlanker; ihre seitlichen Umrisse divergiren nach hinten nicht gleichmässig, sondern treppenweise, so dass die Intermaxillarzone, Maxillarzone, Frontalzone (Schläfe) des Schädels parallelrandige, aber nach hinten immer breitere Stufen bilden. Die Augenhöhlen bilden weit vortretende Röhren, die bis zur Oeffnung fast gleich weit bleiben, ohne alle Incisur am Thränenrand; auch ist ihre Achse mehr nach vorn gerichtet als bei dem Amerikaner; hinter ihnen ist der Schläfeneinschnitt der Stirn daher sehr tief. Die Stirn ist hinter und zwischen den Augenhöhlen fast flach; eine kantig vortretende Nath trennt die im Winkel gegeneinander geneigten Flächen der Wange und der Nasenbeine. Diese letztern sind relativ länger als bei dem amerikanischen Bison, die Hornstiele kürzer, die Hörner selbst

*) Die folgende osteologische Vergleichung der beiden lebenden Bisonten bezieht sich zunächst auf männliche Schädel, die in den Sammlungen viel häufiger sind, nicht, wie ich es gewünscht hätte, auf weibliche, welche bei Zwecken wie der vorliegende stets weit unparteiischeres Zeugniss ablegen als männliche, allein im gegenwärtigen Augenblick mir nicht mehr vor Augen liegen. Auf die Geschlechtsunterschiede werde ich aber unten zurückkommen.

länger und schlanker, die Parietalzone schmäler, die Occipitalfläche niedriger und mehr in die Quere gedehnt.

Auch in der Seitenansicht und an der Unterfläche des Schädels machen sich mehrere Unterschiede bemerklich. Die Wange bildet an dem europäischen Auerochsen eine ziemlich vertikale Fläche, während sie bei dem Amerikaner gewölbt ist; das Thränenbein ist länger und dafür weniger hoch, die Schlafengrube ist durch die starken Hörner mehr zusammengedrückt, die Choanenöffnung ist etwas trichterförmig erweitert und ihre Oeffnung etwas mehr nach hinten gerückt als bei dem Amerikaner, so dass der Hinterrand ihrer Seitenwände rascher und steiler zur Schädelbasis ansteigt als dort.

Aus allem diesem geht zunächst hervor, dass der amerikanische Bison in jeder Beziehung jugendlichere, von dem Wiederkauer-Prototyp weniger entfernte Züge an sich trägt, als der europäische; weibliche Schädel des letztern sehen jenem daher schon ähnlicher als männliche; und weibliche Schädel des amerikanischen (s. Cuvier Tab. X. Fig. 5. 6.) tragen, zumal in jüngerem Alter, das typische Gepräge der Wisente überhaupt in schwächstem Grade an sich. Wenn eine Abstammung der einen Form von der andern anzunehmen wäre, so müsste daher in jedem Fall die amerikanische als die ursprünglichere und ältere erklärt werden und der europäische Bison vom amerikanischen abstammen; nicht umgekehrt, wie A. Wagner annahm.

Die Untersuchung der fossilen Formen der Bisonten wird am geeignetsten sein, hierüber Licht zu verbreiten.

Bison priscus.

Der in den Diluvien eines grossen Theils der alten Welt, von der Behringsstrasse bis nach Süd-Europa und in letzteren Gegenden besonders reichlich verbreitete fossile Bison Europas, Bos priscus Bojan. ist bekanntlich zuerst von Harlan, dann von Leidy von dem unter ähnlichen Verhältnissen vorkommenden fossilen Bison americanus unterschieden worden. Der letztere erhielt von Harlan den Namen Bison (Bos) latifrons, und Leidy fügt dazu eine zweite fossile Form Amerika's unter dem Namen Bison antiquus.

An den fossilen Schädeln findet Cuvier ausser der bedeutenderen Grösse und stärkeren Bewaffnung so wenig Unterschiede von den lebenden, dass er sie zuerst mit diesen und zwar zunächst mit dem europäischen vereinigen zu sollen glaubte. Später (2. Ausg.

IV. p. 148) erklärte er sich für Trennung nicht nur der beiden lebenden, sondern auch für die Berechtigung der fossilen Form, eine selbstständige Species zu bilden, ohne sich auszusprechen, welcher von den beiden lebenden sie näher stehe. Auch H. v. Meyer, dem ein sehr reiches Material zur Vergleichung vorlag, kömmt zu der Annahme, dass Bison priscus als besondere Species und zwar als Vorläufer des europäischen Auerochsen anzusehen sei, während er in dem amerikanischen Bos bombifrons Harlan (der sich dann freilich später als ein Ovibos erwies) einen Vorläufer des amerikanischen Bison vermuthete (a. a. O. pag. 119, 120). Doch gibt er zu, dass manche individuelle Abweichungen bei Bison priscus so weit gingen, als dessen Verschiedenheit von Bison europaeus (pag. 166); die fossile Form würde sich nach ihm besonders durch bedeutendere Grösse, mächtigere, weit auseinander stehende Hörner und schlankere Statur (in Skelet und Schädel) vor dem lebenden Thier auszeichnen (pag. 168).

Zu dem gleichen Urtheil kam Owen a. a. O. pag. 493.

Zu den 18 Schädeln, deren Ausmessungen schon H. v. Meyer gibt, und zu den noch zahlreichern, welche von ihm, von Cuvier und von Owen noch ausserdem aufgeführt worden sind, ist seither in vielen Sammlungen noch mehr hinzugekommen, so dass die fossile Art nunmehr in den europäischen Museen wohl durch eine weit grössere Zahl von Schädeln repräsentirt ist, als es die lebenden sind.

Auch mir stand in dieser Beziehung ein reiches Material zu Gebote. Ausser den zahlreichen Schädeln, die ich in Frankfurt und Darmstadt untersuchen konnte, lagen mir zwei Schädel unsers hiesigen Museums vor, welche beide aus dem Rhein stammen, ferner ein dem Museum von Schaffhausen angehöriger Schädel aus dem Alluvium der Wolga, dann zwei vortreffliche Gypsabgüsse von Schädeln aus dem Alluvium des Po bei Pavia, die ich meinem Freunde Prof. B. Gastaldi in Turin verdanke. Der eine davon, an Vollständigkeit hinter dem seit Cuvier (Tab. XI, Fig. 5) aus Pavia bekannten und dem aus dem Rhein bei Mannheim stammenden trefflichen Schädel des Senkenbergischen Museums (H. v. Meyer, Tab. VIII) nicht zurückstehend, befindet sich im Original in Turin, der andere, unvollständigere in Parma. Endlich hatte Herr Prof. Igino Cocchi in Florenz die Güte, mir von den Schädeln des dortigen Museums vortreffliche Photographien zu senden.

Alle diese Schädel übertreffen an Grösse die lebenden, von welchen ich wenigstens die europäische aus den Pfahlbauten in sehr zahlreichen Individuen untersuchen konnte; allein abgesehen davon unterscheiden sich die einzelnen fossilen Schädel von einander sehr merklich, und offenbar sind diese Variationen unabhängig von der geographischen

Verbreitung; denn ein Schädel aus Mainz stimmte am besten mit einem aus dem Val d'Arno und der aus der Wolga mit jenem aus dem Po bei Pavia überein. Allein gerade diese natürliche Gruppirung nach der gesammten Physiognomie ergab ganz unwillkürlich zwei Rubriken, deren augenfälligstes Merkmal darin liegt, dass die eine kürzere und gerader gestreckte, die andere längere und mehr geschweifte Hörner trägt. Trotzdem, dass die letztern Schädel im allgemeinen grösser waren als die erstern, so vermuthete ich daher doch, dass sie das weibliche, die kurzhörnigen das männliche Geschlecht repräsentiren möchten.

Der Gedanke an sexuelle Verschiedenheit musste um so näher liegen, als die zwei Rubriken, einmal erkannt, sich auch in den fossilen Bisonten Amerika's aufdrängten; die langhörnige und im allgemeinen grössere Form ist dort vertreten durch Leidy's Bison latifrons, die kleinere und kurzhörnige durch Bison antiquus. Leidy selbst ist übrigens nicht ungeneigt, hierin Geschlechtsunterschiede anzuerkennen, allein er vermuthet, dass Bison antiquus eher das weibliche, Bison latifrons das männliche Geschlecht repräsentire (a. a. O. pag. 12). Auch Owen (a. a. O. 494) schreibt einen kürzer gehörnten Schädel des Bison priscus einem weiblichen Individuum zu.

Die Entscheidung hierüber konnte nur von einer Prüfung der sexuellen Eigenthümlichkeiten der Rinder im allgemeinen ausgehen; denn auch am übrigen Schädel mussten doch selbst in dem unvollkommenen Zustand, in dem sie sich erhalten finden, sexuelle Merkmale verborgen liegen. Nicht nur die leicht zugängliche Beobachtung am zahmen Rind, sondern auch die schon mitgetheilten Erfahrungen an Bubalina, sowie die viel weiter gehenden an Bibos, die unten folgen werden, gehen indes dahin, dass der männliche Schädel sich vor dem weiblichen durchweg durch kurze Kegelform im Ganzen, durch kräftigere Bewaffnung, daher kurzgestielte, kürzere und dickere, mehr konische Hörner, durch kürzeres Hinterhaupt, durch stärkeres Vortreten der Augenhöhlen unterscheidet.

Allein auch Altersunterschiede durften nicht übersehen werden und scheinen gerade bei dem nach Individuen so variabeln fossilen Bison eine grosse Rolle zu spielen. Hier wird vor allem die in dieser Arbeit so einlässlich betonte Thatsache maassgebend sein, dass das Hinterhaupt sich mit zunehmendem Alter immer mehr verkürzt und an Breite gewinnt, dass auch die Hornstiele allmälig kürzer werden, die Augenhöhlen vortreten, dass überhaupt manche Merkmale des männlichen Geschlechtes sich geltend machen, welche schliesslich sogar gewisse der Altersveränderung fähige Züge der weiblichen Physiognomie maskiren können.

Für erwachsene männliche Schädel werden somit folgende Merkmale beim Bison so

gut wie bei irgend welchen andern Rindern bezeichnend sein: kegelförmige, nach hinten an Breite rasch zunehmende Gestalt des Kopfes, kurze stumpfe Schnauze: kurzes, wenig vorragendes und breites Occiput, dicht eingesetzte und stärkere, namentlich dickere und kegelförmigere Hörner, vorragende Augenhöhlen, kurze breite Nasenbeine. Weibliche Schädel werden im allgemeinen gestrecktere Gestalt, stärker ausgebildetes Hinterhaupt, schlankeres Gesicht, länger gestielte und schlankere, mehr geschweifte Hörner, weniger vorragende Augenhöhlen zeigen *).

Wende ich diese Ergebnisse, zu welchen die spezielle Beschreibung von Bos sondaicus weiter unten die lehrreichsten Belege noch liefern wird, auf die fossilen Bisonten an, so scheint es mir unmöglich, zu verkennen, dass allerdings auch in den so vielfachen individuellen Variationen derselben Geschlecht und Alter eine sehr wichtige Rolle spielen, deren Uebersehung zu grossen Irrthümern führen kann. Ich glaube daher, entgegen Leidy und Owen, die kurzhörnigen Thiere durchweg dem männlichen, die langhörnigen dem weiblichen Geschlecht zutheilen zu dürfen **).

Jedenfalls erscheint es mir durchaus unthunlich, die mir zu Gesicht gekommenen fossilen Schädel Europa's in verschiedene Species zu theilen; allein ebenso bewegen sich die freilich noch sehr unvollständig bekannten fossilen Reste aus Amerika vollkommen innerhalb der Variationsgrenzen (in Form und Grösse) des europäischen Bison priscus, so dass ich meines Theils die Selbstständigkeit der beiden von Leidy aufgestellten Arten einstweilen nicht anerkennen kann, sondern den Bison priscus als eine im Diluvium von Nord-Amerika so gut als von Europa und Nord-Asien verbreitete Species betrachten muss.

Erst jetzt kann mit Erfolg die Beziehung der fossilen Form zu den beiden lebenden beurtheilt werden.

Ich beginne diese Untersuchung mit dem aus mühsamer Détailvergleichung hervorgegangenen Geständniss, dass sich mir die fossile Form in ihrer Gesammtheit als eine so innige und merkwürdige Mischung der Charakteren beider lebenden erwies, dass es

---

*) Eine sorgfältige und übereinstimmende Beurtheilung dieser Verhältnisse finde ich, während ich dies schreibe, in dem eben erscheinenden Heft, Nr. 6, Juni 1865, des „Zoologischen Gartens", von Prof. C. Bruch.

**) Es scheint mir möglich, selbst in guten Abbildungen das Geschlecht zu erkennen. Die zwei von H. v. Meyer auf Tab. VIII und X abgebildeten Schädel aus Mannheim und Pavia halte ich hienach für männliche, den Salzwedelschen, Tab. XI, für einen weiblichen. Von den bei Cuvier dargestellten möchte ich Fig. 5, Tab. XI aus Pavia als männlich, Fig. 4 und 5, Tab. XII als weiblich bezeichnen. Fig. 1. Tab. XII, aus Bonn, scheint einem jungen männlichen Thiere anzugehören. Fig. 205 bei Owen, offenbar im Gesichtsschädel sehr irrig reconstruirt (Gesicht und vor allem Nasenbeine viel zu lang), gehört der langhörnigen weiblichen Form an.

auf den ersten Blick fast unmöglich erscheint, sie der einen oder der andern näher zu stellen; nichts desto weniger drängen sich bei Berücksichtigung von Alter und Geschlecht gewisse ursprungliche Beziehungen zu dem amerikanischen Büffel deutlich genug hervor.

Das Occiput ist im allgemeinen stark in die Quere gedehnt und in seinen Seitentheilen sehr stark abgerundet und somit demjenigen von Bison europaeus ähnlicher als dem Amerikaner; dies gilt auch, was nicht unwichtig ist, für die amerikanische Form latifrons; nur in sehr alten Schädeln gewinnt es an Höhe und wird etwas dreieckig, wobei aber immer die Schläfentheile wulstig abgerundet bleiben und die Processus exoccipitales kaum über die Condyli vorragen. Seine Fläche steht bei horizontal liegendem Schädel an alten Thieren vertikal, an jungen stark nach vorn geneigt, indem die Condyli mit dem Alter stets weiter rückwärts treten; seine Näthe, die ich auch an einigen fossilen Schädeln gut verfolgen konnte, verlaufen nicht anders als bei dem lebenden. Sein parietaler Antheil erhebt sich niemals so stark und kantig über die Stirnfläche, wie dies bei dem amerikanischen Bison gewöhnlich ist; nur an jüngern Schädeln ist dieser Parietalhöcker schwach angedeutet.

Die Parietalzone der Schädeloberfläche hat sehr verschiedene Ausdehnung und fällt bei jüngeren Schädeln stark nach hinten ab, während sie an alten fast horizontal und daher rechtwinklig zur Occipitalfläche liegt; der hintere Eingang zur Schläfengrube verhält sich sehr verschieden nach dem Alter: er ist im allgemeinen in Folge der starken und immer etwas nach abwärts gerichteten Hornstiele eng; auffallend ist vorzüglich, dass an alten Schädeln durch flügelartiges Vortreten der Seitenränder des Occiput der hintere und untere Rand der Schläfenöffnung weit mehr nach aussen vortritt, als der obere, so dass bei der Ansicht von oben ein guter Theil des Bodens der Schläfengrube sichtbar wird. Im weitern Verlauf kann dann die Schläfengrube bei langgehörnten Thieren oft so zusammengedrückt werden, dass der Hornstiel auf dem Jochbogen aufliegt; an einem der Turinerschädel beträgt der Zwischenraum keine 5 Mm.

Die Ansicht der Schädeloberfläche wird besonders durch den Grad der Ausbildung der Hornstiele stark beeinflusst; bald wird durch sie der allgemeine Umriss nicht merklich modificirt; bald reissen sie, wenn sie sehr stark sind, die Stirngegend gewissermaassen mit sich fort und geben ihr fast eine quer cylindrische Gestalt.

Sieht man von dem Einflusse der Hornstiele ab, so scheint der ganze Schädel nicht so regelmässig und continuirlich von hinten nach vorn an Breite abzunehmen, wie bei dem amerikanischen, sondern stufenweise wie bei dem europäischen. Allein der Divergenzwinkel der Seitenflächen ist bei B. priscus so stark als bei B. americanus, und

grösser als bei B. europaeus und überdies ist ersichtlich, dass nur die ungewöhnlich starke Massetercrista diese Stufen des Gesichtes erzeugt, während sie bei Bison europaeus daran nur unwesentlichen Antheil hat. Rechnet man diese Crista ab, so ist bei B. priscus die Zuspitzung des Gesichtes nicht viel weniger gleichmässig als bei B. americanus.

Bei B. priscus und americanus ist die Stirne in querer und longitudinaler Richtung mehr gewölbt als bei europaeus und in der Gegend des Hornabganges breiter und bildet am Ursprung der Hornstiele schulterartige Höcker, von welchen dann der Hornstiel sich nach aussen etwas abwärts neigt. Die Augenhöhlen treten an jüngeren und an weiblichen Schädeln von B. priscus nicht viel stärker aus dem Schädelumriss hervor als bei B. americanus, an männlichen alten Schädeln aber werden sie cylindrisch wie bei B. europaeus; doch liegt ihre Oeffnung durchweg tiefer als bei diesem.

Die Nasenbeine des B. priscus sind breiter, gleichförmiger gewölbt als bei B. europaeus, das Thränbein entschieden höher (wie bei B. americanus), die Wangenfläche gewölbter, die Maxilla und Intermaxilla relativ länger als bei B. europaeus. Die Choanenöffnung verhält sich vollkommen wie bei B. americanus.

Fassen wir diese Resultate zusammen, so ist offenbar, dass Bison priscus in verschiedenen Geschlechts- und Altersstufen mehr varirt als seine beiden lebenden Nachfolger; die fossile Species hat breitere Grenzen als diese.

In der ganzen Anlage aber und in den Détails der Ausführung ist sicher Bison priscus dem B. americanus näher verwandt; allein dies hindert nicht, dass sein Schädel in hohem Alter schliesslich in seinem occipitalen, bis sogar frontalen Theil dem europäischen ähnlicher wird; der faciale Theil bleibt aber doch stets dem B. americanus treuer. Vornehmlich männliche Schädel von Bison priscus sehen daher oft erwachsenen Schädeln von B. europaeus sehr ähnlich; allein jüngere und weibliche Schädel entfernen sich nie weit von B. americanus. Erwägen wir, dass überhaupt stärkere Bewaffnung das Vorrecht des fossilen Thieres ist, so dürfen wir uns darüber nicht verwundern; die von der Hornstärke besonders abhängigen Partieen des Schädels werden dem Gepräge des stärker bewaffneten unter den lebenden folgen; um so mehr tritt hervor, dass die erloschene Art ohne diese exceptionelle Stärke der Waffen der heutigen amerikanischen noch besser entsprechen würde.

Noch einfacher können wir dies Ergebniss ausdrücken, wenn wir sagen, dass Bison priscus durch die Form von B. americanus durchgeht, um im Alter schliesslich diejenige von B. europaeus zu erreichen.

Der amerikanische Bison erscheint somit nicht nur im Vergleich zum europäischen,

sondern selbst zum fossilen als eine Jugendform, der aber der letztere während eines grössern Theils des Lebens treu bleibt als jener. B. americanus wäre also eine schwach bewaffnete stationär gebliebene Form von B. priscus, über welche schon dieser, noch rascher aber B. europaeus hinausgeht. Zu gleichen Resultaten führte oben die Vergleichung des Zahnsystems (Abtheilung I. pag. 99).

Obschon die anatomische Untersuchung die Auseinanderhaltung der zwei heutigen Bisonten gestattet und constante Unterscheidungsmerkmale derselben nachweist, so wird doch durch obiges ein gemeinsamer Ursprung aller drei Species, der lebenden und der fossilen in hohem Grade wahrscheinlich, und unter dieser Annahme würde der heutige amerikanische Vertreter der Bisonten sicherlich die Jugend- und somit die Stammform am treuesten repräsentiren.

Die historischen Nachweise, so weit sie dermalen gehen, scheinen hiemit wenig zu harmoniren, da Bison priscus einer weit ältern Periode anzugehören scheint als Bison americanus.

Allein wir dürfen nicht vergessen, wie unklug es wäre, unsere Data über die Geschichte der Thiere als abgeschlossen zu betrachten. Wenn mir daher auch die Annahme unzulässig scheint, dass eine Species nach Durchschreitung einer gewissen organischen Geschichte, das heisst nach Erwerbung gewisser Merkmale, die sie in der Jugend nicht besass, später wieder, sei es auch an einem andern Ort, eine neue Jugendzeit beginnen könnte, so wissen wir noch nicht, ob nicht vielleicht die Form des heutigen amerikanischen Wisent so weit oder noch weiter historisch aufwärts steigt, als diejenige von Bison priscus, und ob nicht vielleicht in Amerika die Jugendform dieses Genus lange Zeit neben ihrer durch Bison latifrons und antiquus vertretenen relativen Altersform fortexistirt und sie endlich überlebt habe. Die Angabe Leidy's, dass sein Bison antiquus, an Grösse und Bewaffnung so ziemlich in der Mitte stehend zwischen B. priscus und americanus, in Big-bone Lick gleichzeitig mit Ueberresten von Bison americanus zusammen lag (Pag. 11), weist eine solche Möglichkeit nicht ab. Selbst in Europa möchte vielleicht bei reichlicheren Materialien eine ähnliche Continuität von Bison priscus und B. europaeus sich ebenfalls herausstellen. Zwischen den kleinsten mir zu Gesicht gekommenen Schädeln von B. priscus, und den grössten, leider nur in Bruchstücken erhaltenen Individuen des in der Pfahlbaute von Robenhausen so reichlich vertretenen Bison europaeus ist der Grössenunterschied nur noch unerheblich.

Die Erhaltung der Knochen ist allerdings bei der fossilen Form meist eine andere als bei derjenigen aus unserm Steinalter, weil die erste meist im Geschiebe der Flüsse

angetroffen wird, die zweite in Torf, der so eminent conservirende Eigenschaften besitzt: allein auch hier sind Ausnahmen, je nach dem Aufenthaltsort der Knochen, nicht selten. Der mir vorliegende Schädel von Bison priscus aus dem Alluvium der Wolga unterscheidet sich weder in Farbe, noch Textur, oder irgend welcher durch Auge und Gefühl wahrnehmbaren Eigenschaft von den Bisonknochen aus Robenhausen, und an sibirischen Schädeln des Bison priscus sah Cuvier (Pag. 147) selbst die Hornscheiden noch theilweise erhalten, was ich an Pfahlbauschädeln noch niemals gesehen habe.

Sowohl in der westlichen als in der östlichen Erdhälfte scheint somit das Genus Bison von der Periode der Mastodonten, Elephanten und Nashörner bis in die heutige Zeit niemals eine grosse Störung oder gar eine Unterbrechung erlitten zu haben und die Gruppirung ihrer bis jetzt bekannten Arten würde sich nach den vorhandenen geologischen Daten in folgender Weise darstellen lassen:

Bison priscus { ♂ antiquus / ♀ latifrons } **B. americanus**
B. europaeus,

wobei zu gewärtigen ist, ob nicht vielleicht doch weitere Erfahrungen den Bison americanus, der in morphologischem Sinn die Reihe beginnt, auch schliesslich als Zeitgenossen oder gar Vorläufer von B. priscus, wenigstens in Amerika, herausstellen könnten.

In Betreff des Rumpf- und Extremitätenskeletes der Bisonten kann ich mich mit wenigen Angaben begnügen. Zu der einlässlichen Schilderung der Knochen von Bison europaeus, die ich in der Fauna der Pfahlbauten gegeben habe, sehe ich mich trotz des seither aus Robenhausen mir in nicht versiegendem Maass zugeflossenen Materiales nicht veranlasst, etwas beizufügen.

Allein auch bezüglich der gegenseitigen Beziehung der Skelettheile in den 3 hier anerkannten Species von Bison kann ich nichts erhebliches beibringen, da zu einer so scrupulosen Vergleichung, wie sie hiezu nöthig wäre, disarticulirte Skelete nöthig sind, welche mir für die amerikanische Art nicht zur Verfügung waren, und ich auch vom Skelet von Bison priscus nur weniges gesehen habe.

Seit Cuvier ist bekanntlich viel Gewicht gelegt worden auf die verschiedene Rippenzahl bei den 2 lebenden Arten. Owen sucht dies Moment mit theoretischen Gründen zu entkräften, durch den Nachweis, dass der Besitz einer freien Rippe mehr oder weniger

nur von sehr relativem Werth sei, da dabei die Zahl der Rumpfwirbel überhaupt dieselbe bleibe, und nur eine latente Rippe (wie sie ja auch in den Processus transversi lumbales vorhanden sei) mehr oder weniger zu selbstständiger Entwicklung gekommen sei. Proc. Zool. Soc. London XVI. 1848, pag. 126. Wichtiger als diese Anschauung scheint mir die Thatsache, dass die Rippenzahl factisch bei beiden Arten dieselbe sein kann. So besitzt z. B. ein in Amsterdam aufgestelltes Skelet von Bison americanus 14 Rippen tragende und 5 Lendenwirbel.

Beide lebenden Formen des Bison besitzen Rückenwirbel mit doppelten (getheilten) Nervenöffnungen. Doch schwindet die sie theilende Knochenbrücke nach der Lendengegend hin früher oder später, und zwar bei dem europäischen im allgemeinen später als bei dem amerikanischen; und auch die offene Incisur, welche den Lendenwirbeln in der Regel zukömmt, kann in vielen Fällen sich zu einem Foramen schliessen, oder umgekehrt sich auf die hintern Rückenwirbel ausdehnen; allein wenn auch dies Verhalten die Bisonwirbel vortrefflich charakterisirt im Gegensatz zu solchen von Taurus, so darf man nicht erwarten, darin Mittel zur Unterscheidung beider Species zu finden, da bei beiden nicht nur in Betreff der Zahl der einfach oder doppelt durchbohrten Wirbel Schwankungen vorkommen, sondern selbst ungleiches Verhalten auf rechter und linker Seite desselben Wirbels.

Dass die vordern Rückendornen bei Bison americanus länger sind als bei europaeus, lehrt schon der äussere Habitus des Thieres. Wichtig scheint mir die ebenfalls in der ganzen Statur sich manifestirende und durch Messungen nachweisbare relative Länge der Extremitätensegmente zu sein. Leider besitze ich hierüber nur Messungen an aufgestellten Skeleten, die nie genau sein können. Nahm ich die Länge von Metacarpus und Carpus zusammen als Einheit, so verhielten sich dazu die andern Segmente der Extremitäten folgendermassen:

	B. americanus.			B. europaeus.		
Carpus — Metacarpus	1.			1.		
Radius (Aussenseite)	1. 102	3. 387	(1.)	1. 254	3. 697	(1.)
Humerus mit Trochanter	1. 285			1. 443		
Scapula vorderer Rand	1. 795			1. 843		
Metatarsus mit Naviculare	1. 151			1. 098		
Tibia aussen	1. 379	3. 999	(1. 180)	1. 588	4. 489	(1. 214)
Femur mit Trochanter	1. 469			1. 803		

III. Bibovina.

Unter der Gesammtzahl der Rinder liessen sich die beiden Gruppen der Bubalina und der Bisonten durch sehr charakteristische Merkmale ihres Schädelbaues mit Leichtigkeit abscheiden. Schwerer ist es, in der immerhin noch ziemlich grossen Anzahl ihrer übrigen Repräsentanten ähnliche Gruppirungen durchzuführen; auch könnte man sich durchaus damit begnügen, sie nach dem Vorgang fast aller Autoren als eine gemeinsame Abtheilung von Bovina im engern Sinne des Wortes vereinigt zu lassen.

Nichts destoweniger führt das hier befolgte Princip der anatomischen oder morphogenetischen Methode von selbst dazu, diesen Ueberrest noch ferner in zwei Abtheilungen zu trennen, welche ich weit mehr auseinander halte, um die Berechtigung und den Erfolg dieser Methode recht deutlich an den Tag treten zu lassen, als weil ich damit der Systematik einen wesentlichen Dienst zu leisten glaubte. Auch gebe ich die hier eingeführten Titel für diese zwei ferneren Abtheilungen jeden Augenblick preis, sobald man ihnen andere als blos descriptive Bedeutung unterschieben wollte. Ebenso gebe ich gerne zu, dass die Bezeichnung Bibovina nicht gerade glücklich gewählt ist. Allein kein Freund von neuen Namen, benützte ich das von Hodgson eingeführte Wort Bibos, nicht um, wie Hodgson beabsichtigte, damit Formen zu bezeichnen, welche Merkmale von Bison und Bos gerade vereinigten, sondern in der allgemeinern Absicht, eine Gruppe von Bovina zu begrenzen, welche in der morphologischen Reihenfolge, die dieser Arbeit zur Richtschnur dient, zwischen Bisontina und den traditionellen Hauptvertretern des Genus Bos, den Taurina, die Mitte hält.

So wie nämlich die Bubalina und die Bisontina in der fortschreitenden Reduction des parietalen und occipitalen Theils ihres Schädels schon eine Stufenfolge von der primitiven Architectur des Wiederkauerschädels nach dem Grenz- und Schlusspunkt hin

bezeichnen, welchen das erwachsene zahme Rind vertritt, so bilden die hier nach einem ihrer Repräsentanten, dem Bibos von Hodgson, benannten Rinder eine fernere Etappe dieser Reihenfolge.

Es erfüllen sich hier noch rascher und bleibender dieselben Modificationen des Schädels, welche schon der indische und der capische Büffel, so wie der Bison durchmacht, um von der Jugendform zu derjenigen des erwachsenen Alters zu gelangen; und das Endresultat geht sogar in der Regel, wenigstens in dem männlichen Geschlecht, über dieses Ziel hinaus, indem der parietale Theil des Schädels fast ganz in der Occipitalfläche aufgeht und die an der hintern Grenze des Stirnbeins gewöhnliche Knickung der Profillinie auch an die hintere Grenze der ganzen Schädeloberfläche fällt; der Ansatz der Hörner wird dadurch an die Grenze von Stirn und Hinterhaupt verlegt; die typische Form der Hörner ist dabei die cylindrische, und da diese im allgemeinen an Stärke hinter denjenigen beider vorigen Gruppen zurückbleiben, so erfolgt ihr Ansatz in der Regel weit nach aussen an der seitlichen Grenze der Stirnbeine; beides, die Verschiebung der Hörner nach hinten und nach aussen, gestattet eine Ausdehnung und Abflachung der Stirne in einem Maass, wie dies weder bei Büffeln noch Bisonten der Fall ist.

Nicht nur die besondere Abtheilung der Bibovina, sondern die Gesammtheit der flachstirnigen und rundhörnigen Rinder, welche den Inbegriff der Bibovina und Taurina bildet, scheint auf Asien und Europa beschränkt zu sein. Weder Amerika, noch Afrika (letzteres nur in seinem mediterranen Theil) haben bisher sei es fossile, sei es lebende Vertreter derselben dargeboten; und weitaus die Mehrzahl der fossilen und der heutigen Formen gehört dem Süd-Osten Asiens an. Die Erwartung scheint daher vollkommen berechtigt, auch die Wurzeln dieses neuen Typus dort anzutreffen. Einstweilen ist indes dort keine Form bekannt geworden, welche für die Bibovina oder die Taurina in dem gleichen Grade als eigentliche Stammform gelten könnte, wie etwa Hemibos oder Anoa für die Bubulina.

Um so überraschender ist es, eine solche Wurzelform, im vollsten Sinne des Wortes, zunächst allerdings für die Bibovina, allein in weiterer Linie für alle noch zu besprechenden Bovina, in Europa zu treffen, freilich, da dessen heutige Fauna genauer bekannt ist, als die von Celebes, nur im fossilen Zustand.

Bos etruscus H. Falconer.

Obschon in Süd-Europa nicht spärlich verbreitet und schon vor Cuvier bekannt, so besitzt doch diese eigenthümlichste und für die Beurtheilung der anatomischen Geschichte des Genus Bos lehrreichste unter allen europäischen Formen desselben meines Wissens noch keine Litteratur.

Ich selbst verdanke die erste Kenntniss derselben Herrn Prof. Eug. Sismonda in Turin; er hatte die Güte, zu den Gypsabgüssen der Bisonten des Turiner Museums, von denen ich oben gesprochen, den Abguss eines dort aufbewahrten fossilen Schädels aus dem pliocenen Alluvium zwischen San Paolo und Dusino bei Asti zu fügen, über welchen er eine Abhandlung in den Memoiren der Turiner-Akademie zu veröffentlichen beabsichtigte. Durch Krankheit an der Ausführung gehindert, gestattete er mir nicht nur von dem Schädel selbst, sondern auch von den für die Publikation bereits angefertigten trefflichen Abbildungen (für Tom. XXII. 1862) und den nicht minder werthvollen schriftlichen Mittheilungen, die er beifügte, vollen Gebrauch zu machen. Er hatte dem Fossil den sein wichtigstes Merkmal bezeichnenden Namen Bos stenometopon gegeben.

Erst durch H. Falconer, dem ich, überrascht, eine so fremdartige Form von Rind in Europa anzutreffen, und gewohnt, aus seiner reichen paläontologischen Erfahrung stets die freundschaftlichsten Belehrungen zu ziehen, Zeichnungen des Fossiles mittheilte, wurde ich dann gewahr, dass dasselbe keineswegs so unbekannt sei, wie ich mit Herrn E. Sismonda geglaubt hatte. Falconer schrieb mir hierüber (May 1864) folgendes:

With regard to the Bovine form from Asti which you consider a new species, I know it well. I first saw it in the Museum at Florence in 1856, where there is an entire skull with lower jaw attached; the skull somewhat crushed laterally, but otherwise perfect. It bore a label of Bos bombifrons (Nesti). I took a detailed description with dimensions and named it Bos etruscus. Next I saw a specimen in the Museum of Turin, of the same fossil species, to which Eug. Sismonda had given the name of Bos stenometopon. It was found in the fossil deposit of the Astigiana along with Mastodon arvernensis, Elephas meridionalis, Hippopotamus major, Rhinoceros etruscus etc. In my description of the Florence specimen*) I note that the horn-cores are cylindro-

*) Diese Beschreibung muss manuscript geblieben sein; wenigstens konnte ich in keiner Publikation Falconers etwas davon auffinden.

conical, slender and long (20½ inches), at first diverging upwards and a little backwards; than curved forwards as in Bos primigenius; inserted a long way from the occiput; parietal region elongated backwards and so constricted as to leave only about 2½ inches between the temporal fossae; occipital crest not overhanging the occiput; length of skull from occipital crest to incisives 20½ inches. Species small in form of frontal plateau, insertion of horn cores, elongated parietals, largely developed temporal fossae, and form of occiput and differing from all the European fossil forms and approaching the Sewalik Amphibos acuticornis.

Nesti's name of Bos bombifrons is evidently a misnamer, as the brow is not salient. Cuvier had seen a specimen of the right maxillary with orbit, both nasals and all the molars; but mistook it for a species of Cervus!! There is a specimen N. 6203 in the Palaeontological Gallery, Jardin des Plantes.

Your species has J suspect already been named:

Bos bombifrons Nesti

1856. Bos (Amphibos) etruscus Falconer

1861. Bos stenometopon E. Sismonda.

Mit dem von Falconer erwähnten, fast unverletzten Schädel von Florenz wurde ich dann durch Herrn Prof. Igino Cocchi daselbst bekannt, der mir, da der Schädel selbst nicht transportabel war, eine Photographie davon zusandte, die ich in kleinerm Maassstabe im Holzschnitt hier reproducire. Allein überdies verdanke ich Herrn Igino Cocchi eine Anzahl vollständiger Ober- und Unterkiefer, in Originalien, nach welchen oben (Abtheilung I. pag. 97) das Gebiss von Bos etruscus beschrieben wurde. Herr Cocchi schreibt mir dabei, dass in Florenz ausser dem vollständigen Schädel nicht nur fast alle Knochen des Skeletes vorhanden wären, sondern dass diese Species in allen pliocenen lacustren Ablagerungen des Arno-Thales sogar häufig sei.

Gegenwärtig bin ich im Stande, mit Hülfe der so charakteristischen Merkmale des Gebisses, aus eigener Erfahrung die Heimat von Bos etruscus noch weiter auszudehnen. So scheint er vorerst auch in den pliocenen Süsswasserablagerungen Piemonts häufig zu sein. In verschiedenen Zusendungen von Fossilien aus diesen Terrains, durch die Herren B. Gastaldi und Eug. Sismonda in Turin, fand ich ihn wiederholt vertreten. Aus der Astigiana, woher der Turiner-Schädel stammt, habe ich seither wiederholt sowohl ganze Unterkiefer als einzelne Zähne in Händen gehabt; auch aus andern Localitäten Piemonts, von Gastaldi als »Pliocène supérieur, au-dessus des Mastodontes« bezeichnet, kam er mir zu. Zweifelhaft blieben mir dagegen einige Zähne aus den Ligniten von Gandino.

Allein auch nordwärts der Alpen scheint Bos etruscus keineswegs zu fehlen. Freilich kenne ich von dort nur noch ein einziges und ohne Zweifel nicht ursprüngliches Vorkommen desselben. Unter den Wiederkauerzähnen aus den würtembergischen Bohnerzen, welche mir Prof. Fraas in Stuttgart zusandte, fand sich neben den oben beschriebenen Zähnen von Antilope Jägeri auch ein oberer und ein unterer Backzahn, die ich nur dem Bos etruscus zuschreiben kann; sie stammen nach Fraas aus dem Bohnerz von Neuhammer und Melchingen, das auch Mastodon angustidens und Dryopithecus enthält. Man darf daher wohl erwarten, bei näherer Untersuchung Bos etruscus im Pliocen eines guten Theils von Süd-Europa anzutreffen.

Nichts destoweniger scheint es mir passend, nach dem Vorgang Falconers der Species den Namen Bos etruscus zu belassen, da derselbe neben der wahrscheinlichen Priorität auch den Wohlklang vor dem sonst nicht unpassend gewählten von E. Sismonda voraus hat, und der Nesti'sche Name in der That ganz unrichtig ist.

Wie ein Blick auf die hier gegebenen Abbildungen lehrt, hat Falconer die wesentlichen Merkmale dieser unter europäischen Rindern allerdings fremdartigen Schädelform bereits mit Schärfe herausgehoben und sie mit vollkommenem Recht den von ihm beschriebenen sivalischen Rinder parallel gestellt. Nur ist Bos etruscus kein Repräsentant der Bubalina, wie jene, sondern der Bovina in engerm Sinne. Allein wie Hemibos und Amphibos zu den Büffeln, so verhält sich Bos etruscus zu den rundhörnigen Rindern; beide zeichnen sich vor allen ihren bekannten Verwandten durch die starke Verlängerung der Scheitelgegend und des Hinterhauptes aus; dies ist eben das Merkmal, das sie eng mit dem normalen Typus der Wiederkauer verbindet und somit als eigentliche Wurzelformen in ihren respectiven Abtheilungen hinstellt.

Die Parietalzone von Bos etruscus und auch noch ein Theil der Squama occipitis liegt vollkommen auf der Oberfläche des Schädels, wie bei Hirsch, Antilope, Schaf etc. Eine starke Kante hebt unmittelbar hinter und unter dem Ansatz des Hornes an und convergirt rasch von beiden Seiten, bis beide in der Mitte des parietalen Schädeltheils in einem Knochenhöcker zusammentreffen. Vor dieser Kante liegt der kleinere Theil des Parietale, der sich hier wie bei allen Rindern zwischen die hintern Ränder der Stirnbeine einfügt. Allein hinter ihr liegt erst die eigentliche Parietalzone der Schädeloberfläche, seitlich durch die Schläfenkanten begrenzt; die Occipitalkante liegt erst an der hintern Grenze dieses flachen und ausgedehnten Scheitelbeins. Jene vordere Kante, die quer über den Parietaltheil hingeht, ist also nicht etwa eine Crista lambdoidea, sondern vielmehr eine Crista coronalis und findet ihre Analogie in einer ähnlichen rauhen Linie,



9. Bos etruscus. (♂.)

welche man bei Capra, Ovis, Cervus (besonders deutlich bei C. Alces und euryceros), manchen Antilopen (Acronotus etc.) sich ebenfalls über die horizontale Parietalzone hinziehen sieht. Auch bei Bos sondaicus und frontalis ist sie sichtbar, allein liegt dann hier bereits in dem vertikalen Theil der Parietalzone. Wie ausserordentlich weicht Bos etruscus durch dieses lang ausgezogene Hinterhaupt vom erwachsenen Taurus ab! Allerdings ent-

spricht er in dieser Hinsicht am ehesten dem Schädel des Hirschen, und in Cuvier's Irrthum, an einem der Hörner beraubten Schädelfragmente leicht erklärlich, liegt gerade die richtige Deutung dieser merkwürdigen Schädelform verborgen.

Nichts destoweniger wurde schon früher bemerkt, dass gerade diese Bildung, wenn auch in weniger ausgesprochenem Grade, auch den fötalen Schädel des zahmen Rindes characterisirt; die kurze Frontal- und Parietalzone gehen ja hier in regelmässiger Wölbung in die Occipitalfläche über und die Crista occipitalis wird erst durch die Squama occipitis gebildet, über welcher dann noch ein horizontales Interparietale liegt, das aber früh sammt der Squama occipitis und sammt dem Parietale in Einen Knochen verwächst. An dem erwachsenen Rind bildet dann die Squama occipitis den rauhen Theil der Occipitalfläche, der immer noch durch eine rauhe Linie von der freilich dann auch vertikalen Parietalzone abgetrennt ist. Das Interparietale bildet mit den Parietalia, welche sich vor ihm median schliessen, den concaven Theil des Frontalwulstes. Eine Fontanelle bezeichnet noch lange bei Bos die vordere Grenze der Parietalzone; bei Cervus sah ich sogar eine Fontanelle noch hinter dem Interparietale, zwischen ihm und der Squama occipitis. Später schwinden indes bei Bos diese Grenzen ganz, und nur die Nath zwischen Exoccipitalia und Supraoccipitale löscht fast niemals ganz aus.

Der Bau der Hirncapsel von Bos etruscus entspricht in so fern noch im erwachsenen Zustand dem foetalen Schädel von Bos Taurus, allein er geht noch darüber hinaus und zwar nicht nur bis auf das Maass von Anoa und Hemibos, sondern bis zu dem von den normalen Wiederkauern überhaupt erreichten Maass von Cervus. Fig. 5, Taf. I, wo ich die hintere Ansicht des Schädels von Bos etruscus nach den mir vorliegenden Hülfsmitteln zu skizziren suchte, setzt diese Analogie mit der Hirncapsel von Hirsch und Antilope in ein helles Licht. Nur die Kameele und Moschusthiere haben eine noch ausgedehntere Parietalregion.

Die Schläfengrube muss diesem Gepräge folgen; sie verlängert sich in horizontaler Richtung weit über den Hornansatz hinaus, und wird daselbst nach oben durch deutliche Kanten von der Scheiteloberfläche abgegrenzt, ungefähr wie bei Acronotus unter den Antilopen oder bei Alces und euryceros unter den Hirschen. Das Stirnbein steigt viel tiefer in die Schläfengrube hinab als bei Bos Taurus, wo die Nath gegen das Parietale hart unter dem Hornstiel hinläuft. Aus diesem Grunde bleibt das Scheitelbein mit seiner vordern Spitze weit hinter dem Keilbeinflügel zurück, und stossen Stirn- und Schläfenbein vor jenem in erheblicher Ausdehnung zusammen. Da uberdies die Hornzapfen sich von

ihrer Wurzel an etwas nach oben wenden, so ist die Schläfe in grosser Ausdehnung offen gelegt, wie bei Hirschen und Antilopen.

Die Hornzapfen stehen auf ungewöhnlich langen cylindrischen Stielen, welche von dem Stirnbein geliefert werden, und nahe an der Mittellinie des Schädels in schulterartigen Buckeln anheben. Diese Hornstiele sind schief nach hinten und aussen gerichtet und erheben sich auch von Anfang an etwas über die Stirnfläche. Der mit der Hornscheide bekleidete Hornzapfen beginnt erst weit ausserhalb der Schläfengränze, und verfolgt, mit etwas abgeplattet cylindrischem Durchschnitt, eine sehr elegante Curve, erst in der Fortsetzung der Richtung des Hornstiels schief nach hinten und aussen, dann allmählig nach vorn und oben, bis endlich die Spitzen sich etwas rückwärts wenden. Wie Falconer bemerkte, ist diese Krümmung derjenigen bei Bos primigenius nicht unähnlich; doch sind bei diesem die Hörner von Anfang an mehr seitwärts, nicht so stark nach hinten gerichtet.

Ueber den Gesichtsschädel gibt mir ausser der hier im Holzschnitt copirten Photographie des Florentinerschädels ein zwar theilweise verletztes Originalstück Aufschluss, das ich Herrn Cocchi verdanke. Die Augenhöhlen ragen weder seitlich noch in vertikaler Richtung merklich über die Grenzen der Stirnfläche hinaus, und verjüngen sich nach ihrer Oeffnung hin; nichts destoweniger nimmt vor ihnen der Schädel sehr rasch an Breite ab und spitzt sich nach der Schnauze ziemlich rasch zu. Die Nasenbeine sind kurz und ragen nur wenig über die Nasenöffnung vor; sie sind schmal und schwach gewölbt, nach hinten einfach zugespitzt, vorn quer abgeschnitten, doch beidseits mit einer kurzen Incisur. Das Thränenbein hat die Form wie bei Bos Taurus. Die sehr kräftigen Zwischenkiefer erreichen oben den Nasenrand nicht und sind vorn stumpf abgeschlossen.

Die Gaumenfläche ist schwach gewölbt, doch vorn in der Mitte des Diastema in longitudinaler Richtung tief eingesenkt. Am hintern Rand verlängert sich an dem mir vorliegenden jugendlichen Schädel (M. 3 erst im Austreten begriffen) die Gaumenfläche zur Bildung der Choanenöffnung über die tief eingreifenden Fossae sphenomaxillares hinaus, doch durchaus nicht mehr als an gleich alten Schädeln von Bos Taurus. In den Nerven- und Gefässöffnungen, sowie in der Form des Unterkiefers gewahre ich, so viel ich an den mir zugänglichen Stücken sehen kann, ebenfalls keinen Unterschied von unserm Rind; nur ist der Unterkiefer auffallend dick in seinem horizontalen Ast. Ueber das Gebiss s. Abtheilung I. Pag. 97, Fig. 34, 35.

Die gesammte Architectur des Schädels von Bos etruscus lässt sich daher kurz dahin definiren, dass er mit einem Gesichtstheil von dem Gepräge der rundhörnigen Bovina

eine Hirncapsel von dem Bau der Antilopen und der Hirsche verbindet, in gleicher Weise, wie es der miocene Hemibos für die Bubalina that.

Diese primitive Form der Bubalina fanden wir dann in merkwürdig treuer Wiederholung noch heutzutage erhalten in der sogenannten Anoa von Celebes: hätten Quoy und Gaymard, als sie dieses Thier zu den Antilopen zählten, so unvollständige Reste vor sich gehabt, wie Cuvier, als er einen hornlosen Schädel von Bos etruscus dem Genus Cervus zuschrieb, so müssten wir ebenfalls eher die Schärfe ihres Urtheils anerkennen, als sie eines Irrthums zeihen. Von um so grösserem Interesse ist es, dass auch der fossile Bos etruscus noch einen lebenden Vertreter hat, der, wenigstens in seinen conservativern, d. h. weiblichen Individuen, ihm in den meisten Détails der Schädelbildung so überraschend nahe steht, dass er unter allen bisher bekannten Rindern unbestreitbar das meiste Anrecht hat, so gut sein Nachfolger zu heissen, wie Anoa es ist für Hemibos. Freilich treffen wir diesen Verwandten des pliocenen Rindes heute nicht in seiner Nähe, sondern gerade in der Nachbarschaft jenes lebenden Fossiles, der Anoa. Es ist dies das wilde Rind der Sunda-Inseln, der Banting der Javanesen.

Bos sondaicus Sal. Müller.

H. Schlegel hat in den Verhandel. voor de Naturl. Gesch. der Nederl. overzee'sche Bezittingen von dem wilden Ochs der Sunda-Inseln eine vortreffliche Beschreibung mit zahlreichen Abbildungen gegeben, welche nebst den in Leiden aufbewahrten Originalien die hauptsächlichste Grundlage der hier folgenden Darstellung bildet. Ebenda hat er auch die Litteratur über dieses Rind vollständig mitgetheilt. Es erhellt daraus, dass dasselbe seit 1818, wo es zuerst von Reinwardt auf Java entdeckt wurde, bis in neuere Zeit vielfach mit den wilden Rindern des asiatischen Festlandes, oder selbst mit den zahmen Formen Europas verwechselt worden ist. Obwohl schon Pander und d'Alton in den Skeleten der Wiederkauer Tab. VIII. Fig. c, d zwei Schädel (männlich und weiblich) abgebildet hatten, verwechselte ihn Fischer (Synopsis Mammalium, pag. 500) mit dem wilden Rind Indiens, später A. Wagner (das Rind, pag. 96 und 121) mit dem Rind Europa's, und auch Quoy und Gaymard beschrieben (Voyage de l'Astrolabe, Zool. I. 140 und A. Wagner, das Rind, pag. 172) unter dem neuen Namen Bos leucoprymnus

nach Schlegels Vermuthung eine Bastardform zwischen dem Banting und dem europäischen Rind.

Nach Schlegel und Sal. Müller ist der Banting in den grossen Wäldern von Java und Borneo zu Hause. Nach Wallace, Nat. Hist. Review 1864, pag. 309 bewohnt er auf Borneo nur die N.O.-Spitze der Insel. Raffles zählt dazu noch die Insel Bali, und Blyth, der ihn Gavaeus sondaicus nennt, fügt dazu (Nat. Hist. Review 1863, p. 546 und Catal. of the Mamm. in the Museum of the Asiatic Society, Calcutta 1863, pag. 160) die Insel Lombok, allein, was wichtiger ist, auch einen guten Theil des Continents von Hinter-Indien, nämlich die Halbinsel Malacca bis Ober-Pegu. Auf Sumatra fehlt der Banting nach allen Berichten. Nach Blyth soll er auf Bali zahm sein; nach Schlegel und Sal. Müller ist er indessen in reiner Form noch nicht in den zahmen Zustand übergegangen, wohl aber in Bastarden mit dem europäischen oder auch mit dem Zebu-Rind. Er hat in seinem ganzen Habitus nach Schlegel mit dem europäischen Rind ebenso viel gemein als mit den Wildochsen Indiens, welche Schlegel übrigens sämmtlich zum engern Genus Taurus zählt. Auffallend ist indes die grosse Verschiedenheit seiner beiden Geschlechter, welche sich von früher Jugend an nicht nur in der äussern Erscheinung, sondern vornehmlich auch im Schädelbau ausspricht und mit zunehmendem Alter immer steigert.

Die trefflichen Abbildungen Schlegels (a. a. O. Taf. 37, 38, 39) zeigen auch bei oberflächlicher Betrachtung so ausserordentliche Verschiedenheiten des Schädels nach Alter und Geschlecht, dass wohl kein Zoolog oder gar Palaeontolog, dem diese Formen vereinzelt vorgelegen hätten, es gewagt haben würde, sie Einer Species zuzuschreiben. Individuelle Variationen von solchem Belang mögen höchstens noch beim Gnu, bei Ovibos und Bootherium, beim capischen Büffel bekannt sein. Um so mehr verdienen so weite »Grenzen der Species« und zwar auf dem abgeschlossenen und relativ engen Raum einer Insel die volle Aufmerksamkeit des Zoologen und werden dem Palaeontologen lehrreich sein müssen, der so gewöhnlich in der misslichen Lage ist, die Species nach Fragmenten eines einzigen Individuums zu beurtheilen.

Seit Schlegel hat Giebel (Säugethiere, pag. 261) nach einem Skelet des Halle'schen Museums den Banting einlässlich beschrieben und mit den Eigenthümlichkeiten anderer Rinder verglichen.

Mir selbst stand für kein aussereuropäisches oder europäisches Rind so vollständiges Beobachtungsmaterial zu Gebote, wie für den Banting. Ausser dem reichen Vorrath des Leidener Museums (4 vollständige Skelete verschiedenen Alters und Geschlechtes,

5 ausgestopfte Thiere und 2 einzelne Schädel) fand ich 3 Skelete und mehrere Schädel in Amsterdam, 2 Schädel in Wiesbaden und einen in Frankfurt.

Ich zweifle, ob für das europäische Rind in irgend einer Sammlung so vollständiges Material vorliege, wie für den Banting in Leiden, und ich gestehe gerne, dass das Studium desselben die Mutter mancher in dieser Arbeit niedergelegter Anschauungen und wahrscheinlich derjenigen geworden ist, die einstweilen am meisten auf Widerstand stossen dürften.

Die Uebersicht einer Reihe von Schädeln des Sunda-Rindes, vom jungen weiblichen Thier bis zum alten Stier, führt uns, innerhalb einer einzigen und noch lebenden Species, so ziemlich alle Modificationen vor Augen, welche wir unter den Büffeln von ihrer primitivsten oder »Antilopen«-Form durch Bubalus sondaicus und italicus bis zu der so extremen Schädelbildung des Cap-Büffels verfolgen konnten. Anoa depressicornis und Bubalus caffer stehen in Wahrheit in der Structur ihres Schädels nicht weiter auseinander, als junge und ganz alte Schädel von Bos sondaicus. An einem und demselben Individuum des Sunda-Ochsen können wir somit noch heute und innerhalb weniger Jahre alle die Modificationen des Schädelbaues sich vollziehen und folgen sehen, welche das Genus Bubalus von dem miocenen Hemibos bis zu dem heutigen Bos caffer in den angeblich stabilen Etappen durchgelebt hat, die wir mit dem Namen Species zu bezeichnen pflegen. Bewohnte das Sunda-Rind gleichzeitig so weit auseinander liegende Gegenden, dass die äussern Lebensverhältnisse vermocht hätten, es auf den verschiedenen Stadien seines Wachsthums gewissermassen festzuhalten, so würden wir ohne Zweifel jedes solche einzelne Stadium mit einem besondern Speciesnamen bezeichnet haben. Man ist versucht, in diesem Thier noch jene schöpferische Formenfülle verwirklicht zu sehen, welche unsere Phantasie, wenn sie den zahllosen Variationen innerhalb gewisser gestaltenreicher Genera wie etwa der Antilopen oder mancher Nager nachgeht, etwa ihren Prototypen zuschreiben möchte. Es ist uns, als stünden wir hier vor einer Mutterlauge, aus welcher wir mit einem gewissen Recht erwarten dürften, im Verlauf geologischer Epochen einen ganzen Reichthum von Typen heraus crystallisiren zu sehen, Typen, welche — heutzutage noch in Wirklichkeit ephemer, oder doch nur wenige Monate andauernd, — doch volle Anlage zu besitzen scheinen, unter gewissen Umständen so stabil zu werden, wie wir es von unsern sogenannten Species denken. Weit früher werden wir indes darauf zählen können, solche jetzt noch ephemere Zustände des Banting wirklich fixirt zu sehen, sobald sich die Cultur und Züchtung dieses Thiers bemächtigt haben wird: hat sie ja auch an unserm europäischen Rinde, das sich in einem ungleich engern Formenkreise

bewegt, schon solche Erfolge, und meist blos durch Stillstellung der normalen Laufbahn, erzielt, dass wir sie als besondere Species anerkennen zu sollen glaubten.

Durchgehen wir diese in dem Leben des Banting so rasch folgenden Formen einzeln, so hebt seine Schädelbildung in den ersten Stadien, die zu meiner Kenntniss gekommen sind, und die schon lange nach der Geburt fallen*), mit der Stufe an, welche wir in Bos etruscus soeben beschrieben haben. Schlegel bildet die jüngsten Schädel der Leidener-Sammlung ab in Fig. 4 und 5, Tab. XXXVIII; schon die Oberflächenansicht zeigt die überraschende Aehnlichkeit mit dem pliocenen Ochsen Italiens; der ganze Umriss des Schädels ist zwar hier noch gestreckter als bei dem erwachsenen Bos etruscus, allein kennten wir dessen Jugendzustand, so würde bei schwächern Hörnern die Aehnlichkeit sicher eine weit grössere sein. Im Gesichtsschädel, in der Form der Kiefer und Zwischenkiefer, der Nasenbeine, der Thränbeine, der Augenhöhlen ist zwar Bos etruscus noch im erwachsenen Alter dem jungen Banting überraschend gleich; dagegen ist bei diesem jetzt noch die Stirne länger und wird nach hinten nur wenig breiter; der Ursprung der Hörner erfolgt aber in derselben Weise; unmittelbar hinter den Augenhöhlen und nahe an der Mittellinie beginnt die Stirne sich in Hornstiele zu erheben, die über den Schläfen zu schulterartigen Buckeln anschwellen; von diesen entspringen dann erst die Hornzapfen selbst, jetzt noch fast in horizontaler Ebene schief nach hinten und aussen gerichtet, etwa wie bei Hemibos, doch in diesem Alter noch kegelförmig und wenig gebogen.

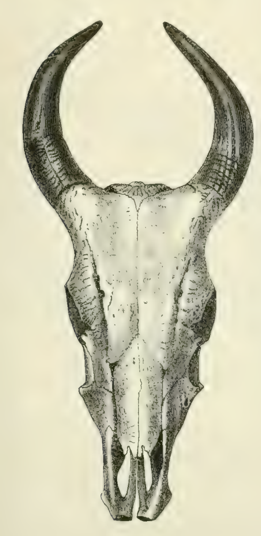
Hinter diesen Hornansätzen wird aber eine beträchtliche Ausdehnung der Parietalzone sichtbar, die nur durch eine geringe Einsenkung hinter jenen Buckeln von der Stirnfläche getrennt ist und sich ganz sachte nach hinten neigt, wo dann die Occipitalfläche mit vorragender oberer Kante rechtwinklig abfällt.

Die Seitenansicht zeigt, dass sich die Schläfenzone so sehr hinter dem Hornansatz nach hinten verlängert als bei Bos etruscus. Die Zusammensetzung der Schläfe, wie des ganzen Hinterkopfes ist dieselbe, wie wir sie bei Bos etruscus beschrieben haben.

Schon in diesem Alter ist der Geschlechtsunterschied sehr auffallend. Der gesammte Schädel ist bei dem männlichen Thier kürzer und nimmt nach hinten an Breite weit rascher zu als bei dem weiblichen; die Gestalt der Nasenbeine folgt dieser

*) Ich habe keinen einzigen Schädel mit vollem Milchgebiss gesehen.

Bildung; die Augenhöhlen stehen mehr vor, die Hörner sind dichter eingesetzt, kürzer gestielt, mehr nach aussen gerichtet und weniger gekrümmt, kegelförmiger.



10. Bos sondaicus. ♀. 1/6.

Eine weitere Stufe stellt uns Fig. 3, Taf. XXXVIII und Fig. 3, Taf. XXXIX bei Schlegel in einem erwachsenen weiblichen Schädel dar. Der ganze Kopf ist noch mehr gestreckt; die Stirnbreite zwischen den Schläfen, 164 Mm., ist in der vollen Schädellänge (von Crista occip. bis Intermaxillarrand 455) fast drei Mal enthalten, die Hornstiele sind sehr lang geworden, die Augenhöhlen treten kaum aus dem seitlichen Umriss des Schädels vor; allein die Massetercrista ist schon stark und bildet einen starken Maxillarhöcker; dabei hat sich aber die Parietalregion merklich verkürzt, so dass die Schläfe in der Seitenansicht kaum weiter über den Hornansatz vortritt als etwa beim Karbau unter den Büffeln.

Die Hörner sind nun lang, cylindrisch, noch stark nach hinten gerichtet, und erheben sich nur sehr allmählig über das Profil des Schädels; die Spitzen krümmen sich allmählig nach innen. Die Ansicht dieses weiblichen Schädels von der Occipitalfläche ist, abgesehen von der etwas grössern Kürze der Parietalzone, überraschend gleich mit derjenigen des Bos etruscus des Turiner-Museums, den ich daher ebenfalls als einen weiblichen anzusehen geneigt bin, während der Florentiner eher männlich sein dürfte.

Ueber dieses Gepräge, das mit demjenigen von Bos etruscus auf gleicher Linie steht, scheint nur der weibliche Schädel nicht hinauszugehen, allein dem männlichen stehen noch bis zu seiner definitiven Ausbildung eine Menge weitgehender Modificationen bevor. Eine nächste bieten Fig. 2, Taf. XXXVII, Fig. 2, Taf. XXXVIII, Fig. 2, Taf. XXXIX bei Schlegel. Hier ist der Schädel in der Gegend des Hornabganges bereits sehr breit geworden, indem die Hornstiele, ganz auffallend mächtig, sich stark seitwärts richten. Das Verhältniss der Stirnbreite zwischen den Schläfen zur Schädellänge ist zwar immer



11. Bos sondaicus. ♂. $^1/_6$.

noch wie 182 : 520, oder nahezu 1 : 3 wie bei dem weiblichen Schädel; allein diese geringste Stirnbreite verhält sich zu der grössten, zwischen dem Anfang der eigentlichen Hornzapfen, wie 182 : 285 oder nahezu 1 : 1,57, bei dem erwachsenen weiblichen Schädel dagegen wie 164 : 180 oder 1 : 1. Die Hornstiele bilden, in der Occipital-Ansicht, nach aussen von der sehr schmalen Mittelfläche der Stirn mächtige Schultern, von deren Seiten die Hornzapfen sich stark abwärts wenden, so dass sie ungefähr der Neigung des Bodens der Schläfengrube parallel laufen. Allmählig erheben sie sich aber wieder und stehen mit den Spitzen endlich vertikal aufwärts. Ihre Richtung geht dabei sehr stark

nach aussen, so dass ihre Achsen einen weit offenen stumpfen Winkel bilden. Die Stirnfläche ist sehr uneben: zwischen den zwei Hornschultern erhebt sie sich in der Mitte ihres Hinterrandes, da wo das Parietale sich zwischen die Frontalia einschiebt, in einen Höcker; auch vor den Hornschultern liegen zwei gestreckte Erhebungen zwischen den Supraorbitalrinnen. Die Augenhöhlen treten merklich vor.



12. Bos sondaicus. ♂. 1/6.

Am meisten hat sich aber die Parietalzone verändert. Wie bei Bos Taurus ist das Scheitelbein mit dem Supraoccipitale verwachsen und liegt mit Ausnahme seiner vordern Spitze, welche auf die Stirnfläche übergreift, vertical. Die Occipitalfläche ist stark in die Quere gedehnt; sie sieht jetzt derjenigen von Bubalus brachyceros ähnlich. Diese Verkürzung des Hinterhaupts und die Ueberschiebung der Stirn über die Scheitel-Hinterhauptsfläche spricht sich deutlich aus in dem Verhältniss zwischen der Länge der Schädelbasis (vom vordern Rand des For. magn. an) und der Länge des Schädel-Profils von der Occipitalkante zum Intermaxillarrand. Bei dem erwachsenen weiblichen Schädel beträgt dies Verhältniss 425 : 455, bei dem in Rede stehenden männlichen 430 : 520.

Den alten männlichen Schädel stellt Schlegel in Fig 1, Taf. XXXVII, XXXVIII und XXXIX, sowie unser Holzschnitt dar. Der Schädel hat in allen Theilen an Breite noch mehr zugenommen, vornehmlich aber in der Stirngegend, welche an ihrer engsten Stelle, hinter den jetzt weit vorspringenden Augenhöhlen, nur um weniges schmäler ist, als zwischen den Hornansätzen, 215 : 231, ein schwächeres Verhältniss als selbst bei dem weiblichen Schädel. Die Hornstiele ragen daher nicht mehr so stark aus der Stirne vor;



sie sind gleichzeitig platter geworden und bilden nicht mehr so mächtige Schultern; sie sind jetzt, nebst dem ganzen zwischen ihnen liegenden Frontalwulst, mit starken grubigen Knochenwucherungen bedeckt; die Stirne, früher in eine Menge von Buckeln aufgehoben steigt jetzt als fast platte, eher noch concave Fläche ziemlich steil nach dem mächtigen Frontalwulst auf, der nach hinten in Form eines knotigen Randes weit über die Occipitalfläche vorspringt.

Die Hinterhauptfläche selbst ist noch erheblich breiter geworden, so dass sie in ihrem Schläfentheil beidseits weit über den Hornansatz hinausragt, was bisher nicht der Fall war. Die Hörner, ohne ihre Richtung verändert zu haben, sind nun an der Basis sehr breit und platt (vertikaler Durchmesser zum horizontalen = 83 : 109, beim jüngern männlichen = 63 : 82, beim erwachsenen weiblichen = 48 : 58 oder fast genau 1 : 1.4 — 1 : 1.3 — 1 : 1.2[1].

Mit dieser Stufe ist der Schädel des Banting, der mit der Form des Bos etruscus d. h. mit lang ausgezogenem Hinterhaupt begann, in den Typus von Bos Taurus mit vollkommen vertikaler oder selbst nach hinten überhängender Parieto-Occipitalfläche eingetreten.

Und dennoch hat er während dieser so weitgehenden allmähligen Umprägung keines der kleinen Détailmerkmale verloren, welche im Stande sind, den Osteologen in der Verfolgung des die einzelnen Formen verbindenden Fadens zu leiten: alle Knochenverbindungen, selbst die allgemeinen Umrisse der Knochen, sind dieselben geblieben. Auf allen seinen Stadien zeichnet sich der Schädel aus durch relativ schlankes Gesicht, das sich nach vorn nicht allmählig — sondern, in Folge der starken Ausbildung der Masseterkante, in 3 deutlichen Stufen zuspitzt, der frontalen, maxillaren und intermaxillaren. Die Nasenbeine scheinen im Wachsthum früh still zu stehen, indem sie mit dem Alter immer relativ kürzer werden; sie sind aber dabei immer in der Längsrichtung vollkommen flach, hingegen querüber schwach gewölbt; hinten einfach zugespitzt vorn quer abgestutzt und mit einem, an männlichen Schädeln nur seichten, an weiblichen weit tiefern Einschnitt versehen; der Zwischenkiefer reicht nach oben gerade knapp an das Nasenbein und ist an seinem vordern Ende schief zugeschnitten. Das Thränbein hat ähnliche, höchstens etwas geradlinigere Umrisse als bei Bos etruscus und Bos Taurus; und wie bei diesem bleibt sehr lange an seinem obern Rand, an der Spitze des Stirnbeins, eine offene Knochenlücke; sein Augenhöhlenrand tritt merklich in die Oeffnung der Augenhöhlen vor; diese letztern bilden flache Kegel mit relativ enger Oeffnung und sehr schief nach vorn gerichteter Axe, fast ohne alle diploëtischen Sinus in ihren Wandungen; sie ragen daher auch nicht über die Schädeloberfläche vor. Die Supraorbitalrinnen, aussen an den Hornschultern, sind tief und laufen bis in die Wangenfläche hinab; zwischen ihnen liegt dann der früher beschriebene Kranz von Buckeln, welche die etwas vertiefte Mitte der Stirn umgeben.

Die Occipitalregion, ob ausgezogen oder verkürzt, ob horizontal oder vertikal, trägt immer die bei Bos etruscus beschriebenen vorragenden Lineae asperae, welche vor der eigentlichen Occipitalkante her über die Parietalfläche verlaufen; letztere ist durch die Schläfeneinschnitte sehr verengt, und somit der Stirnwulst von der eigentlichen Occipitalfläche oft ungewöhnlich stark abgeschnürt.

An der Unterfläche verhält sich der Gaumen, die Fossae sphenomaxillares, die Choanenöffnung, der Vomer vollkommen wie bei Bos etruscus und Bos Taurus. Der Unterkiefer ist in seinem horizontalen Theil niedrig und gerade gestreckt. Das Gebiss ist oben geschildert worden. Abtheilung I. pag 91. 100, Fig. 42, 43.

Aus den im Leidener-Museum an den Originalen der Schlegel'schen Abbildungen (Taf. XXXVII—XXXIX) gemachten Messungen, die indess immer noch eine zu geringe Anzahl von Individuen umfassen, um allgemeine Gültigkeit zu beanspruchen, stelle ich

hier folgende zusammen, welche alle auf eine totale Schädellänge (vom vordern Rand des Foram. magnum bis zur Spitze der Intermaxilla) von 100 reducirt sind.

	Weiblich erwachsen.	Männlich jung.	Männlich erwachsen.	Männlich alt
1. Länge der Schädelbasis vom vordern Rand For. magn. bis Intermaxilla	100.	100.	100.	100.
2. „ des Schädelprofils von Crista occip. bis Intermaxilla . . .	107.0	108.4	120.9	111.1
3. „ der Stirn von Crista occip. bis Nasenbein	46.3	51.8	55.8	51.3
4. „ der Nasenbeine	38.8	38.3	43.	32.9
5. „ des Gaumens von Intermaxilla bis vorderes Ende der Zahnreihe (in der Mitte gemessen)	32.7		31.8	30.9
6. „ der Zahnreihe	31.3	32.2	33.	27.8
7. „ vom vordern Rand For. magn. bis hinteres Ende der Zahnreihe .	35.3			40.4
8. Breite der Stirn (grösste) aussen an den Augenhöhlen	44.9	42.9	49.	48.2
9. „ „ „ (geringste) zwischen den Schläfengruben . . .	38.5	38.3	42.3	43.4
10. „ „ „ zwischen Hornansatz	42.3	40.	66.2	46.6
11. „ des Occiput (grösste) im Schläfentheil	48.	50.6	56.3	57.5
12. „ „ „ (geringste) in der Parietalzone	17.8	20.	24.4	19.3
13. Höhe des Occiput vom untern Rand For. magn. bis Crista occipit. .	37.6		40.7	46.
14. Breite des Gesichtes zwischen Tubera maxill.	37.4	36.1	31.4	33.9
15. „ der Nasenbeine an der Spitze der Thränbeine	12.4		12.7	13.7

Die grosse Aehnlichkeit des erwachsenen weiblichen Schädels mit dem jungen männlichen tritt deutlich zu Tage; ebenso die Zunahme der Breite und Höhe des Hintertheils des Schädels mit dem Alter, während die Längsdimensionen mit dem Alter eher abnehmen.

Das übrige Skelet des Banting ist schon von Giebel (Säugethiere, pag. 262) kurz beschrieben worden. Ich füge aus eigenen Beobachtungen folgendes bei.

Die Wirbelsäule zählt 7 + 13 + 6 freie Rumpfwirbel und 16 Schwanzwirbel (so an 3 Skeleten: Giebel zählt 19), somit dieselben wesentlichen Zahlen wie bei Bos Taurus. Ein junges Skelet in Leiden hat indes, wie schon Schlegel in den Verhandlungen angibt, 14 + 6 Rumpfwirbel und auch 14 Rippen. Der Rückgrat verläuft nicht so gleichförmig über den ganzen Rumpf hin wie bei Taurus, sondern bildet in dem vordern Theil des Thorax einen ansehnlichen Buckel, der nach der Lendengegend rasch abfällt. Dies ist

auch an dem lebenden Thier sehr auffällig, wie die schöne Zeichnung Tab. XXXV bei Schlegel zeigt (eine geringere Zeichnung gibt Vasey, pag. 185); die Rückendornen sind auch etwas mehr rückwärts gerichtet als bei Taurus und oft an ihrer Spitze abgeplattet wie bei dem Zebu; die Lendendornen, unter sich gleich hoch, stehen vertikal, und sind durchweg höher als bei Taurus. Ueber die Höhe der Rückendornen, an ihrem vordern Rand vom Arcus vertebrae an bis zur Spitze gemessen, gebe ich zur Vergleichung folgendes Tableau:

	Bos				Bison	Bubalus
	sondaicus.	Taurus.	Zebu.	grunniens.	europ.	indicus.
V. cervic. VII.	85	87	57	85	295	105
V. dorsal. I.	160	177	215	220	405	205
» » III.	200	172	250	270	420	250
» » XII.	93	90	87	58	105	65
V. lumb. ultima.	68	43	50	43	70	45

Die Nervenöffnungen der Rückenwirbel verhalten sich an verschiedenen Skeleten ungleich. V. dors. 1 zeigt an 3 Skeleten eine einfache offene Incisur; von V. d. 2 an findet sich im hintern Theil des Wirbelbogens ein hinten abgeschlossenes einfaches Loch bis an die 2 oder 3 letzten Lendenwirbel, welche wieder einen blossen Einschnitt haben: gerade wie bei Bos Taurus. An einem erwachsenen männlichen Skelet besitzt schon V. d. 1 ein geschlossenes Foramen, und von da an eine doppelte Nervenöffnung, wie bei Bison, bis an V. d. 6; von da bis V. d. 10 waren noch Spuren kleiner Knochenbrücken da, und weiterhin wieder ein Foramen bis V. l. 4; nur die 2 letzten Lendenwirbel trugen wieder eine Incisur.

Dieser Umstand warnt, der Beschaffenheit dieser Nervenöffnungen allzu grosses Gewicht beizulegen. Er scheint anzudeuten, dass bei alten kräftigen Thieren die Tendenz vorwalten kann, diese Oeffnungen abzuschliessen und zu überbrücken; nichts desto weniger fällt doch der Banting auch in dieser Beziehung offenbar weit mehr in die Rubrik der Bovina als der Bisontina.

Auch die Form charakteristischer Wirbel, wie der zwei ersten Halswirbel, ist nicht verschieden von derjenigen von Taurus. Dasselbe gilt von den Rippen und von allen übrigen Skelettheilen; der Femur besitzt kein Foramen nutritium auf seiner Vorderfläche. Die ungewöhnliche Rippenbreite, auf welche Giebel aufmerksam macht, konnte ich an den 4 Skeleten in Leiden nicht wahrnehmen

Bos Gaurus Evans.

Die erwachsene männliche Form des Banting-Schädels führt uns unmittelbar über zu der eigenthümlichen Physiognomie einer kleinen Gruppe von Wildrindern, die dem Continent von Indien ausschliesslich anzugehören scheint, und welche wir zur Bequemlichkeit recht gut mit dem ihr von Hodgson gegebenen und von Gray sogar auf den Banting ausgedehnten Namen Bibos bezeichnen können.

Die Quellenlitteratur über diese Gruppe findet sich fast ausschliesslich in den Publikationen der asiatischen Gesellschaft von Bengalen. Die Aufzählung derselben siehe bei Gray, Catalogue, pag. 31—33. Trotz zuvorkommendster Hülfe von Nah und Fern war ich nicht im Stande, sie vollständig aufzutreiben. Doch glaube ich, das Wichtigste davon zu Gesichte bekommen zu haben und entnehme daraus zu meinem Zwecke das Folgende. Eine gute Besprechung der ältern Quellen gibt übrigens auch A. Wagner, das Rind, pag. 59, 96, 111, und eine sehr vollständige Zusammenstellung, nebst Copien der ältern Abbildungen bis auf 1851, Vasey, Ox Tribe, pag. 50—74 und 97—104.

Die älteste genauere Quelle über die Bibovina scheint mir die Nachricht von Lambert zu sein, worin er 1802 und 1804 (Transactions Linnean Society VII. 1804, pag. 57 und 302) unter dem Namen Bos frontalis ein offenbar noch sehr junges Thier abbildet, das aus Indien, ohne nähere Angabe der Heimat, nach England gekommen war. Der kurzen Notiz ist eine briefliche Mittheilung von G. Harris beigefügt, welche angibt, dass dieses Rind, unter dem einheimischen Namen Gyall, die Berge der bengalischen Provinz Chittagong, an der Grenze von Arracan bewohnt. G. Harris meldet dabei, dass das weibliche Thier von dem männlichen nur durch schlankere Gestalt und schwächere Hörner verschieden sei und gezähmt alle Hausthierdienste verrichte.

Diese Angaben wiederholte G. Cuvier in den kurzen Notizen Oss. foss. IV, 1823, pag. 129 und 506 und Regne animal. 2. Ausg., 1829, I. pag. 280 mit der Vermuthung, dass vielleicht hier ein Mischungsprodukt zwischen Buffel und gemeinem Rind vorliege, während F. Cuvier, ohne von der doch um ein Jahr ältern Nachricht seines Bruders Notiz zu nehmen, dem Thier, wovon er 2 Abbildungen gibt (Jungly-Gau mâle et femelle, Hist. nat. des Mammif. III) den neuen Namen Bos sylhetanus gibt. Seine Kunde verdankt er A. Duvaucel, der die Thiere wild in dem Gebirg von Sylhet gesehen hatte, allein angibt, dass sie leicht zähmbar wären. Von Duvaucel hatte auch G. Cuvier den a. a. O. pag. 506 beschriebenen Schädel erhalten. Auch nach diesen Abbildungen unter-

scheidet sich das weibliche Thier von dem männlichen nur durch schwächere und kleinere Hörner.

Reichlichere Materialien über dieses Rind brachte dann Ad. Delessert, der eine Anzahl Exemplare in dem Distrikt von Mysore erlegt hatte. Einen Schädel davon kaufte Prof. Pictet von Delessert selbst für das Museum in Genf an; durch die Freundlichkeit von Herrn Pictet stand mir dieser Originalschädel bei meiner Arbeit zur Verfügung. Nach Delessert, Revue zoologique 1839, pag. 129 und Souvenirs d'un voyage dans l'Inde 1843, II. pag. 13, bewohnt das Thier in wildem Zustand die ganze Kette der Gates bis in den Distrikt Sylhet in Bengalen, der zu dem Namen Bos sylhetanus Anlass gegeben; in Indien nennen es die Engländer Gauri-gau, Gungli-gau, Gyall. Delessert, der in Pl. 1 eine Abbildung gibt, die richtiger sein soll, als diejenige von F. Cuvier, indem sie einen hohen Schulterkamm darstellt' den die letztern kaum anzeigen, gibt ihm wieder den Lambert'schen Namen Bos frontalis. Die Beschreibung entnimmt er den gleich zu erwähnenden Angaben von Hodgson.

Während so die europäischen Autoren eine einzige Form dieses neuen Typus vor sich zu haben glaubten, unterscheiden die indischen Quellen von früh an zwei oder gar mehrere verwandte Arten, die indes selbst in Asien mehrfach verwechselt worden zu sein scheinen.

So erwähnt Colebrooke 1808 (Researches Asiat. Soc. VIII, pag. 511), dass ein schon von weit frühern Reisenden in Ceylon und anderwärts bemerktes Rind (Knox, historical relation of Ceylon 1673, wohl die älteste Nachricht überhaupt) in Bengalen (Aracan, Chittagong, Sylhet) lebe, und zwar in einer seit undenklicher Zeit gezähmten und in einer ihr ähnlichen wilden Form, Asseel Gayal. Hardwicke, Zool. Journ. III, pag. 231 unterscheidet diese beiden Formen ebenfalls, glaubt aber, dass daneben noch eine dritte bestehe, durch grössere Wamme und andere Hörner von beiden vorigen verschieden.

Neue Berichte geben Traill, Jameson's Edinb. philos. Journ. XI. 1824, pag. 334, und Breton, Transact. Med. and Phys. Soc. of Calcutta, II; Froriep's Notizen XIX, 1827, pag. 115. Beide beziehen sich auf ein wildes Thier mit hohem Rückenkamm, welches einen bergigen Distrikt Myne-Pat in Central-Indien, Provinz Sergoiah, bewohnt und Gaur genannt wird. Vom Gayal scheint es namentlich durch das Fehlen der Wamme verschieden, und durch 13 Rippenpaare, während der Gayal 14 besitzen soll. Diesen Gaur zählt dann Hamilton Smith, Griff. anim. Kingd. IV, pag. 400, den Wisenten bei, wie auch den Gayal, Suppl. to the Order Rumin., pag. 372.

So viel ich ersehe, knüpft sich die Lösung dieser Streitfrage zuerst an zwei Schädel,

die G. Evans, Journ. Asiat. Soc. of Bengal, VI. I. 1837, pag. 223 erwähnt. Den einen bildet er zwar offenbar mit einzelnen Fehlern, aber doch so kenntlich in Pl. XVI, Fig. 1 und 2 ab, dass über die Aehnlichkeit mit den von Delessert zurückgebrachten Schädeln kein Zweifel bestehen kann. Evans nennt ihn Bos Gaurus und unterscheidet ihn von einem andern, im Museum der asiatischen Gesellschaft befindlichen Schädel, den er den Gayal der östlichen Provinzen nennt, Bos Gavaeus; letzterer besitze ähnliche Hörner, allein statt einer concaven eine gewölbte Stirn ohne vorragenden Occipitalkamm. Eine schlechte Abbildung dieses aus einem blossen Stirnstück mit Hörnern bestehenden Schädels gibt Pl. XVIII desselben Bandes.

Hienach hätten wir in Indien 2 Formen von Bibos zu unterscheiden, die eine mit tief concaver Stirn und hoher Occipitalkante, eine andere mit flacher oder gar gewölbter Stirn ohne diese Occipitalkante; die erste, der Gaur von Evans und von Delessert, ein wildes Thier der westlichen Provinzen, die zweite, nach Evans der Gayal, ein theilweise gezähmtes Rind der östlichen Gegenden Indiens.

Pearson a. a. O. pag. 225 glaubt indess, dass gerade Evans die beiden Thiere verwechselt habe.

Hodgson, ebendas. VI. II. 1837, pag. 745 und in folgenden Bänden, gibt dann die erste und bis jetzt die einzige ausführliche Beschreibung beider Thiere, und zwar nicht nur ihres Aeussern, sondern auch des Schädels und des ganzen Skeletes. Da ich das Skelet keines derselben aus eigener Anschauung kenne, so folge ich hier in dieser Beziehung den Angaben von Hodgson, von welchem an überhaupt die bessere Kenntniss beider Formen zu datiren ist; Hodgson selbst meint, dass es unmöglich sei, zu entscheiden, welche der beiden Formen von frühern Autoren mit diesem oder jenem Namen bezeichnet worden, »since the description of them amount to little more than the tittle-tattle of sportsmen, most unwarrantably adopted into science by men like Traill, G. St. Hilaire and Ham. Smith«.

Doch fügt er ausdrücklich bei, dass es sich um dieselbe Art handle, welche Evans als Bos Gaurus beschrieben, und welche er selbst früher Bos subhaemachalus genannt hatte. Da er den Hauptcharakter des Genus in einem auffälligen, beiden Geschlechtern, ja selbst dem Foetus in utero zukömmlichen Dorsalkamm findet*), so

*) Diesen Dorsalkamm hat bekanntlich Et. Geoffroy St.-Hilaire auf eine falsche Nachricht des Major Roughsedge hin als aus selbstständigen, den Rückendornen aufgesetzten Gräten zusammengesetzt gehalten und der Rückenflosse der Fische verglichen. Mém. du Museum d'hist. nat. IX. 1822, pag. 71. Auch Schinz wurde dadurch veranlasst, einen neuen Namen, Bos aculeatus, einzuführen, Thierreich von Cuvier IV. pag. 492.

gibt er ihm den neuen Namen Bibos (freilich unrichtiger Weise die europäischen Bisonten damit vereinigend). Er verwirft jetzt die ältern Speciesnamen Gaurus und Gavaeus als unsicher in ihrer Bedeutung, den Namen subhaemachalus, weil die Species durch ganz Indien verbreitet sei; und führt dafür den Namen Bos cavifrons ein.

Als Charakteren davon werden aufgeführt: die ausserordentliche Ausdehnung der Stirn, welche tief concav ist, und überragt wird von einem mächtigen halbcylindrischen Kamm, der hoch über den Ansatz der Hörner ansteigt; die vertikale Stellung des Hinterhaupts, welches durch die Lambdoidkante in zwei nahezu gleiche Hälften getheilt wird; das Vorragen der Augenhöhlen. Alles dieses lässt in der That keinen Zweifel, dass es sich hier um dieselbe Species handelt, welche Evans beschrieben hatte, und welche Delessert unter dem Namen Bos frontalis Lambert nach Paris gebracht hat.

Das Weibchen sieht dem Männchen ähnlich, der junge Foetus hat einen ganz runden Schädel. Die Species ist wild und ungezähmt.

Die Wirbelsäule zählt 13 + 6 Rumpfwirbel, also auch 13 Rippenpaare. Die Rückendornen sind äusserst hoch und erniedrigen sich allmählig nach hinten.

Die a. a. O. Pl. XXXIX beigegebene Zeichnung des Rumpfskeletes zeigt, dass der Rückgrat mit keiner andern Species mehr Aehnlichkeit hat als mit dem Sunda-Ochsen. Die Dornen der Halswirbel sind kurz und nach vorn gerichtet; derjenige von V. d. 7 vertikal, etwa halb so lang als der folgende; die Rückendornen sind von Anfang an sehr hoch, doch weniger als beim Bison; sie nehmen von 1—3 an Länge zu und von da an erniedrigt sich die Gräte allmählig nach d. 13; die Dornen liegen dabei mehr nach hinten als bei Taurus oder gar beim Bison, weniger als beim Büffel; die Lendengräte ist plötzlich um bedeutendes niedriger und bleibt bis hinten gleich hoch; nur der erste Lendendorn ist etwas höher. Ueber die Art der Nervenausgänge gibt die Abbildung keinen Aufschluss. Die Rippen sind eher schmäler als bei Taurus, ungefähr wie ich sie bei dem Banting gesehen habe.

In einer spätern ausführlichern Abhandlung (ebendas. X. I. 1841, pag. 449) erörtert Hodgson dann die osteologischen Charaktere der Genera Bos, Bibos, Bison (Poëphagus) noch einlässlicher und fügt für Bibos bei, dass die Rückendornen 1—3 gleich lang seien, dagegen von 5—10 allmählig, von 10 an dann plötzlich um je 2 Zoll abnehmen (was die oben angeführte Zeichnung nicht erkennen lässt)*; der Humerus von Bibos sei

*) An einem Foetus war Proc. spin. 1 doppelt so lang als 2 und 3; 4—8 am längsten und unter sich gleich. 9, 10 wie 2, 3; 11—13 allmählig kürzer. Der Schädel war von der Nase bis zum Occiput gleichförmig gewölbt, ohne vorragenden Stirnkamm.

ferner im Verhältniss länger, Carpus und Metacarpus sowie Metatarsus relativ kürzer als bei Bos. Eine Abbildung des lebenden Thieres stellt diese Verhältnisse gut dar.

Einer vergleichenden Beschreibung der Schädelformen von Bos, Bibos, Bison ist dann noch eine Tabelle mit Messungen an Schädeln von Bibos cavifrons mas und fem., Bos Gavaeus mas und fem., Bos (Bison) Poëphagus, Bubalus Arna und dem zahmen Ochsen von Nepal beigefügt.

Hier unterscheidet dann Hodgson die zwei früher erwähnten Formen von Bibos durch folgende Merkmale, die zwar durch schlecht gezeichnete, aber doch verständliche Abbildungen erläutert sind:

1. Bos cavifrons, Gouri-Gou. Schädel von enormer Grösse und Gewicht. Stirnbeine in querer und longitudinaler Richtung concav; Stirnkamm 2 Zoll über den Hornansatz aufsteigend, von der Stirnfläche allmählig sich erhebend, und dann mit abgerundeter Kante vertikal in die Hinterhauptsfläche abfallend, deren obere Hälfte er (mit Einschluss des Os parietale) bildet. Hinterfläche demnach ausserordentlich gross, höher als die Stirn lang ist und durch die Schläfengruben sehr tief eingeschnitten. Das Hinterhaupt zerfällt in zwei Halbkreise, welche durch die Schläfeneinschnitte getrennt sind, und von welchen der obere der grössere ist. Gesicht so lang wie Stirn; Augenhöhlen wie bei Hirschen stark vorragend; Gesicht vor den Augenhöhlen daher rasch verschmälert. Nasenbeine quer und längs gewölbt. Schnauze schmal. Zwischenkiefer nicht an das Nasenbein reichend. Hornansatz 2 Zoll unter der Höhe des Stirnkammes. Richtung der Hörner seitlich, allmählig auf- und rückwärts gehend; Form rundlich, aber gegen die sehr massive Basis hin platter, mit ovalem Durchschnitt an der Basis.

2. Bos Gavaeus (oder sylhetanus laut Hodgson): Schädel um ⅙ kleiner als der vorige und nur halb so schwer. Knochensubstanz leicht und mit glatter Oberfläche. Stirn nach vorn rasch an Breite abnehmend, allein im Profil nicht so concav. Kein Stirnkamm; Augenhöhlen nicht vorragend; Nasenbeine geradlinig und kurz, nicht an die Intermaxilla stossend; Hornansatz auf der Höhe der Stirnfläche, allein auch hier Aufsteigen der Stirnkante zwischen den Hörnern, und von da an vertikaler Abfall in die Hinterhauptsfläche. Letztere kleiner als bei der vorigen Art, aber grösser als bei allen sonstigen Rindern, mit etwas weniger tiefem und höher liegendem Schläfeneinschnitt als bei Bos cavifrons; obere Hälfte der Occipitalfläche ein queres Viereck bildend und kleiner als die untere, welche quer-oval ist. Hörner von kürzerer Kegelform als bei Bos cavifrons, mit ovalem, doch weniger plattem Durchschnitt an der Basis; Richtung nach aussen und etwas nach hinten und oben, nach den Spitzen immer mehr divergirend.

Neben den Angaben von Hodgson, welche ich nicht nur einlässlicher mittheilte, weil das Journal, das sie enthält, schwer zugänglich ist, sondern namentlich auch, um durch diese einzige wohlunterrichtete Quelle meine eigenen spärlichen Beobachtungen zu unterstützen, kann ich die übrige Litteratur über Bibos kurz besprechen.

Abgesehen von einer sehr schlechten Abbildung eines unvollständigen Schädels, wahrscheinlich von Bos sylhetanus, durch Spilsbury (Journ. As. Soc. of Bengal IX, I. 1840), erinnert noch Elliot (ebendas. X. II. 1841, pag. 579) an die schon oben angeführte alte Notiz von Knox (1673) über einen wilden Büffel von Ceylon, Gauvera genannt, mit hohem Rückenkamm, und gibt eine sehr gute Beschreibung eines im Jahr 1827 geschossenen Gaur. Auch er versichert, dass dieses unzähmbare Thier alle Waldzüge Indiens von Cap Comorin bis an den Himalaia bewohne.

Neuere Notizen geben Thompson (Proc. Zool. Soc. of London XX. 1852, pag. 96 und Nat. Hist. Review XIV. 1854), der den Wohnort des Gaur auf die westlichen Ghats beschränkt; G. Windsor Earl (Ann. and Magaz. of Nat. Hist. XIV. 2. Ser. 1854, pag. 318), der den Gaur auch in der Malayischen Halbinsel vermuthet, und Blyth (Nat. Hist. Review 1863, pag. 546). Letzterer zählt in Cambodia drei wilde Ochsen auf, von welchen der eine, wahrscheinlich Bos Gaurus, Indo-China und die Malayische Halbinsel bis Singapore bewohne; ein zweiter ist wahrscheinlich Bos sondaicus; den dritten weiss er mit keiner bisher bekannten Form zu vereinigen. In dem Catalog des Museums der asiatischen Gesellschaft, Calcutta 1863, pag. 161, nennt er als Wohnort des Gaur die ganze Bergregion von Indien (und früher auch Ceylon), ferner Assam und ganz Indo-China bis zur Spitze von Malacca, doch nicht die Inseln; als Wohnort des Gayal (Bos Gavaeus) die Bergregion östlich vom Brahmaputra, die Berge von Ober-Assam. Gezähmt führt er ihn auf von der Mündung des Flusses Kaladyne in Aracan durch die Bergregion von Chittagong bis nach Assam, wo die zahmen Heerden mit denjenigen des zahmen Yaks weiden.

Ausser den Engländern hat meines Wissens in neuerer Zeit Niemand über diese Thiere aus eigener Anschauung mitgesprochen als H. Schlegel bei Anlass seiner Beschreibung des Banting (Verhandel. over de Naturl. Gesch. etc. 1839—44). Vorerst bemerkt er, nach Salomon Müller, dass die zahlreichen Provincial-Namen, die in die Wissenschaft eingeführt wurden, nur in verschiedenen Dialekten dasselbe Thier bezeichnen, indem Gaur und Gauvera Sanskrit-Namen für Kuh und Stier seien, Gawayi und Gawaya (fem. und masc.) die hindostanischen Namen, Gayal der bengalische Name für die dort einheimischen Rinder. Allein er glaubt auch aus anatomischen Gründen, dass alle die

aufgeführten Formen einem und demselben Thier angehören, das zwar allerdings weder zu den Bisonten noch zu den Büffeln zu zählen sei, allein noch weniger ein eigenes Genus bilde, sondern mit dem gemeinen Rind und dem wilden Sunda-Ochs in eine Gruppe falle.

Fasst man alle diese Angaben zusammen, so sollte man glauben, dass drei Formen von einheimischen Wild-Rindern den Continent und einige Inseln von Asien bewohnen:

1. Der früher beschriebene Banting, Bos sondaicus Schl., der nach den neuern Berichten von Lombock und Bali über Java, Borneo bis nach Malacca und Bengalen und Pegu, ja vielleicht bis Cambodia in Hinter-Indien wohnen würde, allein überall im wilden Zustand, höchstens auf der Insel Bali gezähmt.

2. Der Gaur, Bos Gaurus Evans, durch ganz Vorder-Indien und Bengalen bis Indo-China, allein auf den Continent beschränkt, wenn nicht vielleicht in früherer Zeit auch auf Ceylon zu Hause, nirgends gezähmt.

3. Der Gayal, Bos Gavaeus der Autoren, hauptsächlich in den westlichen Gegenden von Hinter-Indien und durch Bengalen und Assam verbreitet, bis an den Fuss des Himalaia, in einigen Distrikten seit ältester Zeit gezähmt, allein gleichzeitig über das ganze Gebiet auch noch im wilden Zustand erhalten.

In Bengalen würden somit alle drei Formen nebeneinander leben.

Die Synonymik, so viel ich sie beurtheilen kann, scheint mir Gray in seinem Catalog richtig gegeben zu haben; nur kann ich nach dem mir vorliegenden Originalschädel versichern, dass Delessert in seinen Souvenirs de l'Inde vom Bos Gaurus von Evans oder dem Bos cavifrons von Hodgson spricht und nicht vom Bos Gavaeus. Dagegen gebe ich zu, dass er ihn mit Unrecht Bos frontalis genannt haben mag; dies wäre zu entscheiden durch Untersuchung des wohl noch in London befindlichen Lambert'schen Original-Exemplars.

Der unsichere Name Bos frontalis scheint mir daher besser fallen gelassen zu werden, und ich bediene mich hier der Bezeichnung Bos Gaurus (Evans) für die vorder-indische Form, des Namens Bos Gavaeus (Hodgson) für die hinter-indische.

Es scheint gewagt zu sein, wenn ich mit dem sehr spärlichen Material, das ich benutzen konnte, und ohne Berathung der in dieser Beziehung wichtigsten Sammlung (des Brittischen Museums) es doch unternehme, die osteologische Beschreibung der indischen Wild-Rinder zu geben. Was mir zur Verfügung stand, beschränkt sich auf Folgendes: der erwähnte von Delessert stammende Schädel des Genfer-Museums, den Delessert'schen Namen Bos frontalis tragend und aus Tullamaley in Mysore stammend; ein ihm voll-

kommen ähnlicher des Museums in Stuttgart, mit der Etiquette Bos Gaurus; ein dritter, ebenfalls Bos Gaurus bezeichnet, und den vorigen durchaus gleich, aus Trichoor in Vorder-Indien, im Museum von Frankfurt. Ein vierter, Stirnstück bis zu den Augenhöhlen, den ich in Burgdorf, wo er zur Decoration eines Pferdestalles diente, auffand. Er war in Hamburg, wahrscheinlich in einem Hornlager, gekauft worden. Alle diese Schädel, in Grösse, Stärke und Form der Hörner einander zum Verwechseln ähnlich, gehören ohne Zweifel männlichen Thieren an, obwohl darüber keine Data vorlagen. Ein fünfter, einem erwachsenen weiblichen Thier aus Dekan angehörig, mit der Etiquette Bos sylhetanus, im Museum von Leiden; daselbst auch das dazu gehörige ausgestopfte Thier. Ein sechster, ebenfalls weiblich, allein nur Stirnstück bis zu den Augenhöhlen, »aus Ostindien«, im Museum von Schaffhausen. Das Skelet blieb mir unzugänglich, und ebenso habe ich nichts vom hinterindischen Gayal gesehen. Die beigegebene Abbildung Taf. IV stellt (auf $^1/_4$ reducirt) den männlichen Schädel des Stuttgarter Museums dar, dessen Benutzung ich Herrn Prof. Krauss verdanke, die Holzschnitte 14 und 15 in $^1/_6$ Grösse den weiblichen Schädel des Museums von Leiden.

Obschon der Schädel des Gaur von seiner Jugend an, wo er nach dem Berichte von Hodgson abgerundet ist wie bei unserm zahmen Rind, bis zu seiner Schlussform im alten männlichen Thier eine ausgedehnte Formenreihe durchläuft, so hält sich diese doch in weit engern Schranken als bei dem Banting, und auch die geschlechtlichen Unterschiede sind bei ihm weit geringer als bei letzterem.

In jeder Beziehung erscheint der Gaur als ein Erbe und Nachfolger des Banting. Seine morphologische Laufbahn beginnt er innerhalb des Formenkreises dieser Species; allein er führt sie über das Maass hinaus, das der männliche Banting erreichte; auch der Gaur verarbeitet das vom Banting ererbte Capitel zu neuen Formen, wie es der Banting im Vergleich zu Bos etruscus that; er steht also zu ihm in einem complementären Verhältniss und muss insofern gewiss als ein jüngeres Product betrachtet werden.

Da die weibliche Schädelform des Gaur noch innerhalb des uns bereits bekannten Kreises des Banting liegt, so scheint es passend, seinen männlichen Schädel, die Schlussform der ganzen Reihe, zuerst zu beschreiben.

Vor allen andern Ochsen zeichnet sich der Schädel des männlichen Gaur in der Oberflächen-Ansicht durch exquisit dreieckigen Umriss aus, indem er von der sehr spitzen Schnauze bis nach dem Hornansatz regelmässig und rasch an Breite zunimmt. Diese Zunahme erfolgt nicht so stufenweise wie bei Büffel und Bison, sondern, wenn man von der Vorragung des Tuber maxillare und der Augenhöhlen absieht, fast gerad-

linig; nur an den Hornwurzeln erweitert er sich dann auf ein Mal mächtig nach beiden Seiten, so dass er zwischen den Hornansätzen fast doppelt so breit ist als das Gesicht unmittelbar vor den Augenhöhlen. Allein wie bei dem Banting sind es wesentlich die überdies hier ungewöhnlich breiten und platten Hornstiele, und nicht etwa die ganze Schädelkapsel, welche diese plötzliche Erweiterung bedingt; die Stirn selbst wird kaum breiter als bei dem männlichen Banting.

Der Zwischenraum zwischen den Augenhöhlen und dem Hornabgang ist daher beim Gaur kürzer, und die Stirn bildet auch an der Wurzel der Hornstiele nicht so starke Schultern wie beim Banting; allein dafür erheben sich ihre Ränder ringsum, von den Augenhöhlen an, an den Hornstielen vorbei und der Hinterhauptskante entlang in einen fast kreisförmigen Wall, in dessen Mitte die eigentliche Stirnfläche vertieft erscheint; die Supraorbitalrinnen und die zwischen ihnen liegenden Hügel der Stirn werden dadurch mehr zusammen gedrängt; der Wall selbst erinnert an ähnliche Bildungen bei Phacochoerus und Hyperoodon und veranlasste Hodgson zu der ganz passenden Bezeichnung cavifrons; am mächtigsten ist er in der Occipitalkante, wo er einen breit abgerundeten Kamm bildet und sich in der Mitte um gute zwei Zoll über den Hornansatz erhebt.

Die Verschiedenheit vom Banting ist indes auch in dieser Beziehung nicht so gross, wie sie auf den ersten Blick erscheint, und hängt grösstentheils von der andern Gestalt der Hörner ab. Wären diese beim Banting so breit und platt wie bei dem Gaur, so würden auch bei ihm die Hornschultern schliesslich mit der medianen Erhebung des Stirnwulstes zusammenfliessen und so die Stirnfläche wallartig umgeben. Oder denkt man sich umgekehrt die Hörner des Gaur schwächer, cylindrisch und mehr nach rückwärts gerichtet, so würde seine Stirn sich erweitern und abflachen, die Supraorbitalrinnen würden mehr nach auswärts treten und der Kreiswulst um die Stirn in blose Hornschultern zerfallen wie beim Banting. Zu diesen Folgen einer stärkern Bewaffnung gesellen sich indes beim Gaur noch anderweitige Merkmale eines kräftigeren Habitus; seine Augenhöhlen, obschon immer noch kegelförmig und mit relativ enger Oeffnung, sind mehr seitwärts gerichtet und ragen daher mehr nach aussen als beim Banting. Die Zuspitzung des Gesichts nach vorn wird dadurch noch augenfälliger; sie hält auch an bis zur Schnauzenspitze, wie etwa bei Schafen, und ist wie bei diesen von einer für Rinder ungewöhnlichen seitlichen Compression des Gesichtsschädels begleitet.

Sehr verschieden vom Banting sind die Nasenbeine: in querer und longitudinaler Richtung gewölbt, nach hinten und noch mehr nach vorn lang und regelmässig zugespitzt, so dass sie weiter über die Nasenöffnung hinaus ragen, als bei irgend einem andern

Rind, dem Banting gerade entgegengesetzt. Einschnitte am vordern Rand der Nasenbeine scheinen bei dem männlichen Thier zu fehlen. Selbst bei alten Schädeln bleibt eine Knochenlücke in dem Winkel zwischen Nasen-, Thränen- und Stirnbein. Die Zwischenkiefer sind in ihrem horizontalen Theil länger als bei dem Banting, im aufsteigenden dagegen kürzer und erreichen das Nasenbein nicht: vorn sind sie sehr schief zugeschnitten.

Die Seitenansicht (Tab. II) lässt vor allem den Contrast zwischen der unregelmässigen Profillinie des Schädels, welche in der Nasengegend convex, in der Stirngegend concav, endlich steil nach dem Stirnwulst aufsteigt, mit dem geradlinigen Profil des Banting in die Augen treten. Auch die grosse Annäherung der Augenhöhlen an die breiten Hornstiele, die ausserordentliche Stärke des hintern Augenbogens und des Jochbogens, die starke Verdickung des obern Randes der Schläfengrube sind sehr auffällig. Das Thränbein hat dagegen dieselbe Form wie beim Banting. Die Wangenfläche ist dagegen höher, steiler und kürzer beim Gaur und spitzt sich nach vorn weit rascher zu; auch die Masseterkante verläuft daher weit steiler und wendet sich vom Augenhöhlenrand an sofort nach abwärts. Gleich steil ist auch der Hinterrand des Oberkiefers, der auch in dieser Richtung so kurz ist, dass die Choanenwandung hinter ihm in grosser Ausdehnung sichtbar wird.

Die Form der Hörner bildet nebst dem hohen Stirnwulst das bezeichnendste Merkmal am Schädel des Gaur; die Hörner sind kürzer und massiver als bei dem Banting und werden nach der Wurzel hin sehr platt und breit; ihr Durchschnitt bildet hier ein langgestrecktes Oval, dessen lange Achse mit der allgemeinen Profillinie des Schädels parallel läuft. Wie beim Banting biegt sich der Hornstiel an seiner Wurzel erst etwas abwärts und stark seitwärts, allein dann steigt das Horn rasch nach auf- und rückwärts; die Spitzen sind schliesslich einwärts gerichtet.

Das Occiput ist von Hodgson trefflich beschrieben worden. Der mächtige Stirnwulst erreicht eine Höhe wie bei keinem andern Rind und überragt das eigentliche Hinterhaupt wie eine Felswand. In der Regel bilden beide zusammen bei horizontal liegendem Schädel eine vollkommen vertikale Fläche. Doch ist auch dies nur ein Excess dessen, was wir schon beim alten Banting sahen. Beim Gaur ist nicht nur die eigentliche Occipitalfläche beträchtlich höher und daher relativ weniger in die Quere ausgedehnt, sondern vor allem der aufgesetzte parietofrontale Stirnwulst von wahrhaft colossaler Höhe. Das gesammte Hinterhaupt ist daher, aussen an den Exoccipitalia gemessen, weniger breit als hoch und bildet in der That, wie Hodgson dies schilderte, im Gesammtumriss einen Kreis, der durch den tiefen Schläfeneinschnitt in zwei Halbkreise abgeschnürt wird, von

welchen der obere, der Stirnwulst, höher ist, als der untere occipitale. Genauer genommen zerfällt indess die ganze Fläche in 3 Zonen: die untere wird durch das Occiput im engern Sinn gebildet, dessen Umriss sich wie bei jüngern Bantings und wie bei dem zahmen Rind verhält, weniger dreieckig als bei Büffeln, mehr als bei Bisonten. Allein der Stirnwulst liegt ihr keineswegs unmittelbar auf wie bei Taurus, sondern ist davon durch eine schmale und ziemlich glatte Parietalzone getrennt, welche an ihrer engsten Stelle nur halb so breit ist, als die volle Ausdehnung des Occiput.

Erst über diesem Isthmus erhebt sich dann der vollkommen vertikale oder selbst nach hinten überhängende Frontalwulst mit hoher halbkreisförmiger und nur in der Mitte manchmal seicht ausgeschnittener Zinne. Trotz seiner colossalen Höhe gehört aber dieser ganze Stirnwulst nur dem Sinus frontalis an. Am durchgesägten Schädel sieht man deutlich, dass sich das eigentliche Dach der Hirncapsel, die untere Lamelle des Stirnbeins, an älteren Thieren gar nicht, an jüngern nur wenig über die Höhe des Schläfendachs erhebt. Denken wir uns daher die Luftinjection der Stirnsinus beim Gaur geringer, so fällt der Stirnwulst und damit einer der auffälligsten Unterschiede zwischen Gaur und Banting zusammen; es würden daraus selbst flachstirnige Gaurs hervorgehen, die dem Banting oder selbst dem Taurus viel ähnlicher sehen würden.

Die Unterfläche des Schädels ist kaum verschieden von Taurus. Höchstens ist die Einschnürung des Gaumens vor den Zahnreihen stärker. Die Fossae sphenomaxillares liegen an alten Schädeln hinter dem letzten Backenzahn, die Choanenöffnung liegt um etwa einen Zoll weiter zurück und ist dann allerdings in ihrem weitern Verlauf etwas trichterartig erweitert, wie etwa beim Bison; der Hinterrand ihrer Wandungen steigt sehr steil zur Basis occipitis auf. Der Vomer beginnt sehr niedrig, so dass die Choanenöffnung lange Zeit fast ungetheilt bleibt.

Die Gefäss- und Nervenöffnungen weichen von denjenigen von Bos Taurus durchaus nicht mehr ab, als es die beträchtliche Breitenzunahme des Schädels in seinem hintern Theile mit sich bringt. So ist die Fläche, in welcher die grossen Nervenöffnungen liegen, seitlich der Choanenwände, auffallend breit, wie auch das Os tympanicum, styloideum, mastoideum sehr stark in die Quere gezogen sind. Nur das Foram. sphenopalatinum bildet statt einer langen Spalte wie bei Taurus ein ziemlich grosses, rundes Loch, etwa wie beim indischen Büffel. Der Thränencanal öffnet sich einfach innen am Augenhöhlenrand. Gleich daneben liegt dann die auf der Oberfläche sichtbare tiefe Incisur dieses Randes.

Die individuellen Variationen an den untersuchten vier männlichen Schädeln sind

ausserordentlich unbedeutend. Der Stirnwulst fand sich bald etwas massiver, bald etwas dünner, in seiner Mittellinie bald etwas ausgeschweift, bald nicht. An einem der Schädel erhob sich die Pfeilnath in eine vorragende Kante. Das Nasenbein war bei dem auf Taf. II abgebildeten Schädel bei übrigens gleicher Stirn- und Intermaxillarlange um etwa 15 Mm. länger als bei den andern; der Zwischenkiefer reichte bei einem andern etwas weiter hinauf, doch ohne das Nasenbein zu erreichen; der Jochbogen war manchmal schwächer und mehr gerade gestreckt, und bildete dann einen niedrigern Augenhohlenrand. Das ganze Hinterhaupt war an den Schädeln von Frankfurt und Genf niedriger und breiter als an demjenigen in Stuttgart, und daher demjenigen des Banting ähnlicher. Der Vomer kömmt zuweilen, ähnlich wie bei Bubalus brachyceros, im vordern Theil der Gaumenfläche inselartig zum Vorschein.



14. Bos Gaurus. ♀.

Die weiblichen Schädel des Gaur, wovon die beiliegenden Holzschnitte ein Bild geben, unterscheiden sich von den männlichen in viel geringerem Maasse als beim Banting. Fast das auffälligste Merkmal besteht in der merklich geringern Grösse und dem geringern specifischen Gewicht. Während männliche Schädel sich durch ungewöhnlich massive und dichte Knochensubstanz auszeichnen, sind die weiblichen aus dünnen, leichten Knochen aufgebaut, mit zarter und glatter Oberfläche, die gegen die markige Sculptur der erstern grell absticht.

Die wichtigsten Formverschiedenheiten sind folgende:

In der Oberflächenansicht erscheint der weibliche Schädel im allgemeinen gestreckter als der männliche, weil er in der Gegend des Hornansatzes

weniger in die Quere ausgedehnt ist. Seine Augenhöhlen ragen weniger vor und sind weniger auswärts gerichtet. In Folge schwächerer Hornstiele ist die seitliche Bucht zwischen diesen und den Augenhöhlen gestreckter und seichter. Der ganze Stirntheil des Schädels ist im Verhältniss zum Gesicht länger. Der Stirnwulst ist in seinem ganzen Umkreis, von den Augenhöhlen an, allein besonders am Hinterhauptsrand niedriger, die Stirnfläche daher weniger und gleichmässiger vertieft, die Supraorbitalrinnen weniger nach der Mittellinie gedrängt. Die Hornstiele sind eher gestreckter als bei dem männlichen Thier, aber weniger breit und rundlicher, etwas mehr nach hinten gerichtet, und an der Wurzel in deutliche Schultern aufgehoben. Der Maxillartheil des Schädels ist länger, allein im Verhältniss zur Stirn eher breiter als bei dem männlichen Thier; die Schnauze stumpfer: die Nasenbeine sind flacher und vorn nicht so lang zugespitzt, aber hier mit Einschnitten versehen.



15. Bos Gaurus. ♀ *).

Auch in der Seitenansicht wird die geringere Concavität der Stirn, der längere Schläfeneinschnitt derselben, die schiefere Richtung der Augenhöhlen sichtbar; Augenbogen und Jochbogen sind schwächer, die Wange niedriger und gestreckter, die Massetercrista daher mehr nach vorn gerichtet, dagegen Nasenbein und Intermaxilla kürzer.

Das Occiput ist niedriger und sein Schläfeneinschnitt offener und höher. Die Hörner, bei gleichem Verlauf, in allen Theilen schwächer und kleiner.

Schon diese Aufzählung der Merkmale des weiblichen Gaur im Verhältniss zum männlichen deuten durchweg auf eine Annäherung des erstern zu dem weniger excessiven

*) Wie man sieht, sind die Choanenwände an dem auch sonst mehrfach schadhaften Schädel abgebrochen

Typus des Banting hin. Die folgende Tabelle ist bestimmt, nicht nur die sexuellen Unterschiede am Gaur und am Banting, als Beispiel für den Unterschied beider Geschlechter in den Rindern überhaupt, sondern auch die Beziehungen zwischen diesen zwei Species noch genauer darzustellen.

Die Messungen, deren absolute Werthe ich weglassen zu dürfen glaubte, sind auf eine horizontale Schädellänge vom vordern Rand des Foramen magnum bis zur Spitze der Intermaxilla reducirt und beziehen sich auf folgende Schädel:

Bos sondaicus: A. der Kopf, den Schlegel in Fig. 3, Tab. XXXVIII, XXXIX abgebildet hat, unser Holzschnitt 10.
B. Schlegel, Fig. 5, Tab. XXXVIII.
C. — Fig. 2, Tab. XXXVII—XXXIX, unser Holzschnitt 11, 12.
D. — Fig. 1, Tab, XXXVII—XXXIX, unser Holzschnitt 13.

Bos Gaurus: A. unser Holzschnitt 14, 15.
B. der jüngere männliche Schädel von Delessert, in Genf.
C. der ältere aus Stuttgart, unsere Tafel II.

Zur directen Vergleichung und zu spätern Zwecken fügte ich dazu in den beiden letzten Colonnen noch die Werthe für einen weiblichen Schädel von Bos grunniens und einen weiblichen des zahmen Fleckviehes der Schweiz (Saanen).

	Bos sondaicus				Bos Gaurus			Sondaicus ♂ Mittel von C. D.	Gaurus ♂ Mittel von B. C.	Bos grunniens ♀	Bos Taurus (frontosus) Schweiz ♀
	A. Fem.	B. Mas. jung	C. Mas. erwachs.	D. Mas. alt	A. Fem.	B. Mas.	C. Mas.				
1. Schädellänge vom vord. Rand For. magn. bis Spitze d. Intermaxilla.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.
2. Schädellänge von Crista occipital.	107.	108.4	120.9	111.1	116.2	117.	114.2	116.	115.6	115.2	111.5
3. Stirnlänge von Crista occipital. bis Nasalia	46.3	51.8	55.8	51.3	50.5	51.9	49.7	53.8	50.8	52.	47.3
4. Stirnlänge v. Hinterrand d. Hornbasis bis hint. Rand d. Augenhöhle	34.5	35.5	36.2	41.4	40.2	45.3	43.6	38.8	44.4	29.5	33.6
5. Länge der Nasalia	38.8	38.3	43.	32.9	43.9	42.1	47.3	37.9	44.7	36.6	40.
6. Gaumenlänge	65.1		68.	64.6	66.7	67.	66.3	66.3	66.6	66.7	62.7
7. Spitze der Intermaxilla bis Mitte hinter M. 3	64.		67.4	59.5	63.9	61.9	63.2	63.4	62.6	64.1	61.
8. Spitze der Intermaxilla bis Mitte vor P. 3	32.7		31.8	30.9	33.	33.4	32.8	31.3	33.6	34.5	33.

	Bos sondaicus				Bos Gaurus			Sondaicus ♂ Mittel von C. D.	Gaurus ♂ Mittel von B. C.	Bos grunniens ♀	Bos Taurus [illegible] Schweiz ♀
	A. Fem.	B. Mas. [illegible]	C. Mas. [illegible]	D. Mas. [illegible]	A. Fem.	B. Mas.	C. Mas.				
9. Länge der Zahnreihe	31.3	32.2	33.	27.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
10. Länge der Intermaxilla	32.	33.2	33.9	31.1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11. Stirnbreite zwisch. d. Hornansätzen	42.3	40.	66.2	46.6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
12. Stirnbreite zwischen den Schläfen	38.5	38.3	42.3	43.4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
13. Stirnbreite zwischen Aussenrand der Augenhöhlen	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
14. Gesichtsbreite an den Tubera maxillaria	37.4	36.1	31.4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
15. Occiputhöhe über d. untern Rand des For. magn.	37.6		40.7	46.		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
16. Occiput grösste Breite (Höcker über dem Ohr)	48	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
17. Occiput-Breite zwischen den Hornansätzen	31.		47.			[illegible]	[illegible]	47	[illegible]		[illegible]
18. Occiput geringste Breite zwischen den Schläfengruben	17.8	20.	24.4	19.3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Das Studium dieser Tabelle liefert soviel der werthvollsten Lehren, dass ich lebhaft bedaure, nicht noch mehr nach Alter und Geschlecht bekannte Schädel zur Verfügung gehabt zu haben. Allein auch so ist es immerhin die vollständigste Tabelle, welche ich über irgend eine Gruppe von Rindern zu geben im Stande wäre, und ich zweifle keinen Augenblick, dass manche Ergebnisse, wie vor allem die auf Geschlechts- und Altersunterschiede innerhalb einer und derselben Species bezüglichen, auch auf andere Rinder anwendbar sein werden.

Die Hauptergebnisse dieser Messungen sind wohl folgende:

Vorerst wird für Bos sondaicus die schon früher geschilderte Aehnlichkeit der Structur des erwachsenen weiblichen Schädels A mit dem jungen männlichen B in helles Licht gesetzt; auch die successiven Altersveränderungen des letzten treten bei Vergleichung der Columne für den jungen männlichen Schädel B (oder, wo sich hier Lücken finden, für den ihm fast gleichwerthigen Schädel A) mit dem Mittelwerth der zwei alten männlichen Schädel C D deutlich zu Tage; sie bestehen in allgemeiner Zunahme der Längs-, allein in noch weit stärkerem Grade der Breitendimensionen des fronto-occipitalen

Schädeltheils, oder des Hirnschädels im engern Sinn, während sammtliche Werthe des Gesichtsschädels sich gleich bleiben oder eher abnehmen.

Die sexuellen Unterschiede im Speciellen erhellen aus der Confrontirung des weiblichen Schädels A mit den beiden männlichen C und D, oder mit ihrem Mittelwerth C. D. Die Längsdimensionen 2—4, allein in noch weit stärkerem Grade die Breitenverhaltnisse 11—13, 16—18 und die Höhe 15 des Hinterkopfes sind beim Männchen in Folge der starken Ausbildung aller Muskelflächen und Diploehöhlen grosser, allein der gesammte Gesichtsschädel ist beim Weibchen in jeder Richtung ausgedehnter.

In diesen Ergebnissen liegt ein deutlicher Wink, dass der Gesichtsschädel beim Rind weit früher fertig wird, oder wenigstens eine gewisse Stabilität erreicht, als der Hintertheil des Kopfes. Wir würden indess sehr irren, wenn wir die so allgemeine Ausdehnung des Hinterkopfs der Hirncapsel im engern Sinn zu Gunsten schreiben wollten. Leider lassen sich an der Schädeloberfläche keine Messungen entnehmen, welche sich auf die Gehirnhöhle beziehen, allein durchgesagte Schädel zeigen in sprechendster Weise, dass die Zunahme des Hinterkopfs mit dem Alter lediglich auf Rechnung der Ausdehnung der diploëtischen Höhlen und auf Zunahme aller Muskelcristae und Waffen, überhaupt der mechanischen Hülfsmittel fällt, welche die eher abnehmende Hirncapsel immer mehr maskiren und einhüllen.

Dieselbe Lehre gibt uns auch der Gaur, wenn wir seinen weiblichen Schädel A mit dem Mittelwerth der erwachsenen B C vergleichen*): zunächst wird hiebei sichtbar, dass die sexuellen Schranken im Gaur weit enger gezogen sind als im Banting; die Werthe des weiblichen Schädels sind den Mittelwerthen des männlichen überraschend gleich; der Gaur erscheint insofern als eine weit starrere Form als der Banting. Nichts destoweniger finden wir auch hier reichliche Belege, dass das weibliche Thier den jugendlichen Merkmalen des männlichen Schädels treuer bleibt: das weibliche Geschlecht wird daher, wie dies im Verlauf dieser Arbeit so oft betont wurde, als das conservativere, bei der Vergleichung verschiedener Species hauptsächlich berathen werden müssen; es wird jeweilen die Verbindungsfäden und die durch Erbthum fortgepflanzten Merkmale zeigen, während

---

*) Man darf nicht übersehen, dass nur die mit dem Alter zunehmende Concavität der Stirn des Gaur Schuld ist, dass nicht wie beim Banting auch die medianen Längsmaasse der Stirn, 2—4, für das Männchen grösser ausfallen; der Concavität entlang gemessen würde dies geschehen sein, wie die von der Concavität unabhängige Position 4 deutlich zeigt. Das Maass 4 ist überhaupt geeignet, die oft schwer genau auszuführenden Messungen auf der unregelmässigen Schädelmitte zu controlliren.

die excessiven Merkmale des Männchens geeignet sind, uns auf den speciellen Erwerb der Species aufmerksam zu machen.

Allein noch mehr: die Confrontirung der verschiedenen Altersstufen am männlichen Banting weist unverkennbar nach, dass auch der männliche Schädel im Alter die erworbenen excessiven Charakteren wieder theilweise einbüsst und also dem weiblichen oder jugendlichen Schädel sich in schwachem Grade wieder nähert. Wie sehr muss uns diese Wahrnehmung warnen, den Schädel auf irgend einer Stufe seines Lebens als etwas fertiges, überhaupt das Skelet als etwas starres zu betrachten, wie dies die Zoologie und in noch weit höherem Grade die Palaeontologie zu thun pflegt! Und wenn, wie dies doch wohl wahrscheinlich ist, die durch Fortpflanzung bewirkte Vererbung auf die Nachkommen sich jeweilen zunächst auf die bei der Befruchtung factisch vorhandenen Merkmale des Männchens bezieht, — wie verschieden werden dann diese dem sicherlich weit weniger wachsenden Capital, welches das Weibchen mit dem Ei liefert, vom Männchen zugefügten Zinsen in dessen verschiedenen Lebensstadien ausfallen!

Nicht weniger evident als diese allgemein gültigen Ergebnisse der Tabelle, deren Verfolgung in die einzelnen Factoren ich dem aufmerksamen Leser überlasse, sind nun die Resultate bezüglich der Beziehungen zwischen den zwei hier confrontirten Species.

Die Mittelwerthe für den männlichen Banting einerseits, den männlichen Gaur andererseits belegen die schon oben ausgesprochene Anschauung, dass die wesentlichsten Factoren in der Physiognomie des Gaur in einer Weiterbildung der schon vom männlichen Banting dargebotenen Merkmale bestehen und somit mit diesem in dessen weiblichem Geschlecht einen gemeinsamen Ausgangspunkt haben; das gemeinsame oder weibliche Capital bleibt dasselbe, und nur die speciell männlichen Werthe des Banting sind beim Gaur noch vermehrt. Das Verhältniss der beiden Species würde sich durch zwei ungleich gestreckte Ellipsen darstellen lassen, deren einer, der weibliche Brennpunkt für beide Species noch ziemlich zusammenfiele, während der männliche des Gaur in der Richtung des männlichen des Banting, aber über ihn hinaus zu liegen käme. Der weibliche Gaur A fällt zwar in allen Positionen der Tabelle auffallend nahe den Mittelwerthen des männlichen Banting; die Längsdimensionen des Gesichtes (Posit. 6—10) sind geradezu identisch, nur die Nasenbeine sind schon beim weiblichen Gaur länger, ebenso die seitliche Stirnlänge Pos. 4. (Dass dabei die mediane Stirnlänge 3 beim Gaur kleiner, die Profillänge 2 gleich ausfällt, rührt von der Concavität der Stirne her.) Die Breitendimensionen der Stirn 11—12 sind grösser.

Allein wir dürfen dabei nicht vergessen, dass der weibliche Schädel des Gaur schon

älter war, als der weibliche des Banting; auf gleicher Altersstufe würde die Uebereinstimmung sicher grösser gewesen sein.

Alles dies spricht sich natürlich noch stärker aus bei Zusammenstellung der männlichen Mittelwerthe beider Species, wo wieder beim Gaur die Concavität der Stirn Schuld ist, dass die medianen Stirnlängen 2 und 3 kleiner ausfallen; Posit. 4 stellt dann das richtige Verhältniss wieder her. Auch hier sind die Verhältnisse des Gesichtstheils 6—10 fast ganz gleich für beide Species, während der Gaur den Banting in der Ausdehnung des Hinterkopfs nach Länge, Höhe und vor allem nach Breite weit übertrifft.

Die Vergleichung des Gebisses beider Species ist oben durchgeführt worden. S. Abtheilung I. Pag. 100. Sie unterstützt, wie schon ein Blick auf Fig. 42, 43 und 44 von Tafel II (Abth. I.) lehrt, die Ergebnisse des Studiums beider Schädel in vollstem Maasse.

Bos gavaeus Evans.

Ich bin leider nicht im Stande über den Gayal aus eigener Ansicht zu urtheilen und muss daher gänzlich auf die oben mitgetheilten Angaben von Hodgson und diejenigen, die Vasey gesammelt hat, die einzigen, die bis jetzt vorhanden sind, verweisen. So viel scheint mir indes aus denselben, wie auch aus den von Hodgson gegebenen, freilich sehr rohen Abbildungen (Journ. Asiat. Soc. of Bengal X. I. 1841) hervorzugehen, dass der Gayal, wenn er überhaupt eine besondere Species bildet, dem weiblichen Gaur sehr nahe steht. Ich kann aus meinen Quellen in der That keine weitere Verschiedenheit entnehmen, als dass die Stirn beim Gayal ganz flach ist, und die Stirnkante daher von hinten gesehen eine horizontale Linie bildet, wie bei Bos Taurus; dass ferner die Nasenbeine, wenn sie nicht, wie ich vermuthen muss, an dem von Hodgson abgebildeten Schädel vorn abgebrochen sind, noch weniger über die Nasenöffnung vorragen als beim weiblichen Gaur, nicht mehr als bei dem Banting, und an ihrem vordern Rand ähnlich quer abgestutzt sind wie bei diesem; dass endlich die Hörner platter und an der Basis breiter, auch mehr nach aussen gerichtet sind als beim Gaur.

Hiemit stimmen indes die andern Quellen nicht ganz überein. So zeigt die Abbildung eines Gayalschädels bei Vasey (Ox Tribe, pag. 69), die freilich auch viel zu wünschen übrig lässt, eine stärkere Breitenzunahme des Schädels nach hinten. Auch hier ist die Stirne flach, doch der Stirnkamm von hinten gesehen schwach wellig, allein

der Stirnwulst ebenfalls quer viereckig; die Hörner sind sehr stark in die Quere gerichtet, fast in der Linie des Stirnkammes liegend, an der Basis von ovalem Durchschnitt, die Nasenbeine vollkommen wie bei dem weiblichen Gaur, von welchem überhaupt diese Abbildungen nur durch breitere und plattere Stirn und querer gerichtete Hörner abweichen. Dagegen schreibt Vasey dem Gayal 14 Rippen zu.

Vergleiche ich indess die Abbildungen von Hodgson und Vasey mit der offenbar weit zuverlässigern und bessern, die Gray in Fig. 3, Tab. III seines Catalogs liefert, so stimmen auch diese Ergebnisse wieder nicht überein. Der von Gray abgebildete Schädel besitzt eine concave Stirn, die zwischen den Hörnern zu einem schwach gewölbten und über den Hornansatz merklich sich erhebenden Stirnwulst ansteigt. Dies passt aber nicht zu der von Gray (nach Hodgson) dem Gayal gegebenen Diagnose (pag. 31) »Forehead flat«. Die Nasenbeine ragen merklich über die Nasenöffnung nach vorn und sind zugespitzt, mit seitlicher Incisur; die Hörner scheinen von ovalem Umfang und stark nach hinten gerichtet zu sein, die Choanenwandungen verlängern sich sehr weit nach hinten. Ich war überhaupt selbst in Leyden, bei unmittelbarer Vergleichung der Gray'schen Abbildung mit dem Schädel des weiblichen Gaur, durchaus nicht im Stande, zwischen beiden den geringsten Unterschied zu bemerken. Ich kann daher die Vermuthung nicht unterdrücken, dass der von Gray als Gayal abgebildete Schädel einem weiblichen Gaur angehöre; allein selbst die von Hodgson abgebildeten flachstirnigen Schädel lassen mindestens den Verdacht offen, dass überhaupt der Gayal keine selbstständige Species —, sondern entweder eine durch kleinere Hörner und entsprechend geringere Ausdehnung der Stirnsinus charakterisirte locale Modification des Gaur oder gar ein Mischungs-Product zwischen ihm und Bos Taurus darstellen möchte. Wenigstens finde ich in der ganzen über dieses Thier vorhandenen Litteratur, sowohl bezüglich des Skeletes*) als des äusseren Habitus, an welchem immer nur der Besitz der Wamme als einziges Vorrecht des Gayal aufgeführt wird, keinen bestimmten Einwand gegen eine solche Vermuthung.

Immerhin erkenne ich vollkommen an, dass ohne eigene Anschauung eine solche Vermuthung kein Anrecht auf wissenschaftliche Geltung hat; die Frage über die Existenz zweier continentaler Wild-Ochsen Indiens scheint mir daher einstweilen noch offen zu sein.

*) Auch die Rippenzahl ist nach Hodgson bei beiden Formen die gleiche.

Bos grunniens L.

So wie uns der männliche Banting allmählig zu dem Gaur hinüber führte, so finden wir eine Weiterbildung der weiblichen Schädelform des Banting in dem Grunzochsen, der die hohen Plateaux von Central-Asien bewohnt, allein, wie wir sahen, am Süd-Abhang des Himalaia mit dem Gayal und vielleicht selbst mit dem nach Blyth bis Ober-Pegu vordringenden Banting zusammentrifft. Kennten wir die Folgen, welche eine so extreme Heimat wie die des Grunzochsen auf Rinder ausüben mag, so würden wir vielleicht einen Schlüssel haben zur Erklärung der Abweichungen des Grunzochsen von seinem Nachbar und nächsten Verwandten, dem Banting. Niemand hat zwar Anstand genommen, die eigenthümliche Bekleidung des Yak dem Klima, das er bewohnt, zuzuschreiben; nichts destoweniger scheint es, dass gerade dieser eigenthümliche äussere Habitus bisher gänzlich übersehen liess, dass unter diesem Kleid ein Skeletbau verborgen ist, der mit demjenigen des Banting weit mehr Beziehungen hat, als mit dem des Bison oder gar des Büffels, mit welchen frühere Autoren den Grunzochsen zusammenstellten.

Ausser dem Bisamochsen ist in der That kein Rind von den Zoologen so verschieden beurtheilt worden wie der Grunzochse. Die Spärlichkeit der anatomischen Beobachtungen, deren wir fast nur bei Cuvier und Hodgson finden, erklärt dies leicht.

Ohne die bis in's Alterthum zurückreichende Litteratur über dieses Thier, für welche ich wieder auf die schon oft genannten Quellen verweise (Cuvier, pag. 129; Fischer, pag. 496; A. Wagner, pag. 208; Gray, pag. 40; Vasey, pag. 45), hier einzeln durchzugehen, erinnere ich nur, dass Cuvier zuerst die von Pallas betonte Aehnlichkeit des Yak mit dem Büffel abwies und denselben in nähere Beziehung zu dem Bison und dem zahmen Rind brachte, während ihn A. Wagner, obschon der grossen Verschiedenheit der Hörner gewahr, in die Mitte zwischen den Büffel und das gemeine Rind stellte. Sundewall und in neuerer Zeit Giebel (Säugethiere, pag. 265) nennen ihn geradezu Bubalus grunniens. Unter den Bisonten finden wir ihn aufgeführt bei Hamilton Smith, Griff. An. Kingd., und Turner, Proc. Zool. Soc. London 1850. Auch Hodgson, der zuerst sowohl Schädel als Skelet des Yak einlässlich beschrieben hat (Journ. Asiat. Soc. of Bengal X. I 1841, pag. 449), nennt ihn Bisonus poëphagus, bis endlich Gray (Catal. pag. 40), auf die behaarte Schnauze Gewicht legend, ihn als Poëphagus grunniens mit dem Moschus-Ochsen und Budorcas in eine besondere Gruppe von Rindern der Schneeregion gebracht hat.

Auch Abbildungen des Schädels sind seltener als für jedes andere Rind; ausser der vortrefflichen bei Gray, Tab. IV. Fig. 3, 4 kenne ich keine als die Cuvier'sche Pl. X. Fig. 13. 14 und eine sehr mangelhafte bei Hodgson a. a. O.

Ich muss gestehen, dass auch das anatomische Material, auf welchem meine Beobachtungen beruhen, an Umfang viel zu wünschen übrig liess. Obschon man den Yak in den zoologischen Gärten lebend in ganzen Heerden antrifft, so enthalten die anatomischen Museen noch sehr wenig Hülfsmittel zum genauern Studium dieses Thieres. In den zahlreichen Museen, die ich zu diesem Zweck aufsuchte, fand ich ein einziges Skelet, einem weiblichen zahmen Thier angehörig, in Leiden, ein zweites in Stuttgart; ausserdem einen weiblichen Schädel, den die hier beigefügten Holzschnitte darstellen, in Leiden und einen fernern in Frankfurt.

Wie schon die gesammte Statur und das Haarkleid, so scheint es, sollte auch der oberflächliche Anblick des Schädels vom Yak von vornherein jeden Gedanken an eine nähere Beziehung dieses Thieres zu den Büffeln verbannen; mag man auch zugeben, dass ein langgestrecktes Gesicht und eine gewölbte Stirn auch dem zahmen indischen Büffel zukommen, so ist doch leicht ersichtlich dass dies zufällige Aehnlichkeiten sind, welche auf vollkommen anderem Wege zu Stande kommen als beim Büffel, und dass gerade die typischen Merkmale des letztern dem Yak des gänzlichen abgehen. Weder für die starke Ausbildung der Parietalzone, noch für die durchweg dreieckige Gestalt und den der Mittellinie des Schädels genäherten Ansatz oder die nach hinten gehende Richtung der Hörner, herrschende Merkmale am Bubalinenschädel, findet sich irgend eine Analogie beim Yak; und wie verschieden verhält sich Thränenbein und Choane, Nasenbein und Intermaxilla, kurz alle wirksamen Factoren des Gesichtsschädels! Auch nach dem in dieser Arbeit befolgten Princip, wonach die systematische Stellung jeder speciellen Form bestimmt wird durch den im Bau des Hinterkopfs ausgesprochenen Grad der Annäherung an den allgemeinen Wiederkauertypus, gehört der Yak unbedingt an das den Bubalina entgegengesetzte Ende der morphologischen Reihe der Bovina.

Für die Verbindung des Yak mit den Bisonten lassen sich nicht viel triftigere Gründe geltend machen. Cuvier hat mit Recht bemerkt, dass die schlanken cylindrischen Hörner des Yak, welche am hintern Ende der Stirn stehen, ihn sogar dem zahmen Rind nahe bringen; und wenn er in der Wölbung der Stirn ein Motiv für die Annäherung an die Bisonten erblickte, so liess ihn, wie schon Pallas, der nur hornlose Yak's vor Augen gehabt hatte, die schwache Bewaffnung des einzigen und sehr jungen Schädels, der ihm vorlag (Pl. X. Fig. 13, 14), die charakteristische Form und Einsetzung der Hörner über-

sehen. Während bei Bisonten die Hörner kurze und dicke Kegel bilden, welche so weit nach aussen von der Stirn entspringen, dass sie selbst bei mächtigster Entwicklung (Bison priscus) auf die Form der Stirn kaum eine Wirkung üben, wurzeln sie beim Yak schon nahe an der Mittellinie der Stirn in Erhebungen, welche nahe an den Augenhöhlen beginnend sich allmählig nach aussen wenden und am hintern Ende der Stirn hohe Schultern bilden; erst von diesen entspringt der freie Theil des Hornzapfens. Form und Ansetzung der Hörner ist also sehr verschieden von den Bisonten und findet dagegen eine vollkommene Parallele bei dem weiblichen Sunda-Ochsen, der sich nur darin von dem Yak unterscheidet, dass bei ihm der zwischen den Hornwurzeln liegende Theil der Stirn eng bleibt, während er sich beim Yak weit ausdehnt und so den starken Antheil maskirt, welchen die Hornstiele an der allgemeinen Stirnwölbung nehmen. Confrontirt man aber Schädel des Yak mit solchen des weiblichen Banting, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass die grössere Seitwärtsrichtung der Hörner bei dem Yak die starke Ausdehnung der Stirn ausreichend erklärt. Denkt man sich die Hornstiele des jungen Banting mehr nach aussen als nach hinten gewendet; so wird der mittlere Stirntheil sich ausdehnen und der Schädelbildung des Yak ähnlich werden. Der junge männliche Schädel des Banting, den Schlegel in Fig 5, Pl. XXXVIII a. a. O. abbildet macht schon einen starken Schritt nach dem Grunzochsen hin; allein während dann seine Horner mit dem Alter an der Basis gewaltig anschwellen und platt werden, bleiben sie bei dem Yak wie beim weiblichen Banting cylindrisch und schlank; bei diesem behalten sie aber auch ihre Richtung nach hinten, bei dem Yak wenden sie sich immer mehr nach aussen und gestatten so die grosse seitliche Ausdehnung der Stirn, auf Kosten der Längsausdehnung, welche den Yak schliesslich vom Banting so erheblich unterscheidet.

Es wird aber Stadien geben, und der junge Schädel, den Cuvier abbildet, stellt ein solches dar, wo der Yak dem jugendlichen Banting noch so ähnlich sieht, dass die nahe Verwandtschaft beider sich unabweisbar aufdrängt.

In der Occipitalansicht hat der Schädel des Yak ebenfalls eine gewisse äussere Aehnlichkeit mit demjenigen des Bison, allein wiederum eine weit tiefer liegende mit jungen Bantings. Obschon sein Occiput, aus dem gedachten Grunde, zwischen den Hornansätzen weniger nach hinten vorragt, so ist doch seine Zusammensetzung dieselbe. Die eigentliche Occipitalfläche ist durch die Schläfeneinschnitte weit stärker von dem aufgesetzten Parietalwulst abgeschnürt als beim Bison, und dieser bildet daher, wie Hodgson es gut beschrieb, über dieser Einschnürung einen selbstständigern und ausgedehntern Aufsatz als beim Bison, wo er innig mit der Occipitalfläche verschmolzen ist. Man muss

sich beim Bison den eigentlich occipitalen Theil der Hinterhauptsfläche von dem parietalen weit abgerissen denken, um zu der Form des Yak zu gelangen.

In allen seinen typischen Merkmalen bildet somit der Banting weder eine Zwischenform zwischen dem Bison und dem gemeinen Rind, noch auch zwischen Bison und Banting, sondern er vermittelt unter den schlank- und rundhörnigen Rindern, deren Wohnort er auch gleichsam von oben herab beherrscht, den Uebergang von dem Banting zu dem gemeinen Rind. Mit dem Büffel steht er in keinerlei näherer Beziehung als es Bos sondaicus und Taurus sind. Mit dem Moschus-Ochsen hat er im Bau des Schädels nicht das Mindeste gemein.

Die Aehnlichkeit seines Schädels mit dem des Bison ist somit nur eine äusserliche und secundäre, diejenige mit dem Bantingschädel eine genetische und primitive.

Wie der Gaur den Grundtypus des Sunda-Ochsen über das schon von dessen männlichem Geschlecht erreichte Maass hinausführte, so führt der Yak die Form des weiblichen Banting in einer neuen Richtung weiter.

Erst jetzt, nachdem ich die Stelle, welche dem Yak in der Formenreihe der Rinder zukömmt, erörtert habe, kann ich die specielle Beschreibung seines Schädels folgen lassen.



16. Bos grunniens. ♀. $^1/_8$.

Der Contrast zwischen der kurzen und breiten Stirn und dem langen und schmalen Gesicht bildet das auffälligste Merkmal, das den Yak von seinen nächsten Verwandten, Bos sondaicus und Taurus, unterscheidet. Die Stirn ist dabei manchfach gewölbt; in ihrem hintern Theil fällt sie von der Mittellinie nach beiden Seiten dachförmig ab, wie bei der zahmen Frontosus-Race des europäischen Rin-

des: auf der Höhe der Wölbung tritt noch ein ansehnlicher Zipfel des Scheitelbeins auf die Schädeloberfläche, ausgedehnter als bei Bos Taurus und ähnlich wie bei jüngern Schädeln von Bos sondaicus.

Weiter nach aussen erhebt sich die Stirn von neuem in den Schultern der Hornstiele, welche von den Augenhöhlen anhebend den Schläfenrand begleiten und nach innen von den Supraorbitalrinnen begrenzt sind; zwischen den letztern, die freilich weit mehr divergiren als bei dem Banting, ist dann der vordere Theil der Stirn wie bei diesem erheblich vertieft, und auch hier sind schwache Spuren jener die Coronalnath begleitenden Längswülste des Bantings-Schädels sichtbar.

Von allem dem zeigt der Bison und der Büffel nichts.

Die Augenhöhlen ragen stärker vor als selbst bei dem männlichen Banting; ihre Form ist halbkugelig mit sehr enger Oeffnung: diese Gestalt ruhrt von der beträchtlichen Ausdehnung der Diploëhöhlen ihrer Wandungen her, wie bei Bos Taurus. In Folge dieses Umstandes, sowie des queren Abgangs der Hörner ist der Schläfeneinschnitt der Stirn, zwischen Hornstiel und Augenhöhle tief und kurz, allein immerhin noch nicht so sehr als bei dem Bison und Büffel.

Die Parietalzone ist wie die Stirn kürzer und breiter, auch steiler gestellt und weit inniger mit dem Occiput verbunden als bei jungen Bantings: sie bildet über der Occipitalfläche einen hohen dreieckigen Aufsatz, den Stirnwulst, der von letzterer durch die Schläfeneinschnitte stark abgeschnürt ist; am männlichen Schädel, wo der Schläfeneinschnitt geringer und somit der Stirnwulst mit dem Occiput inniger verschmolzen ist, wird die Hinterhauptsfläche im Ganzen derjenigen des zahmen Frontosus-Rindes auffallend ähnlich, immer mit Absehen von den starken und weit nach aussen ragenden Hornschultern, die Bos Taurus fehlen. Beim Bison ist die Verschmelzung von Parietal- und Occipitalzone eine weit innigere und der Stirnwulst viel niedriger.

Wie die Stärke der Hörner, die selbst gänzlich fehlen können, so schwankt auch ihre Richtung. Immer aber wenden sie sich von Anfang an direct nach aussen und oft etwas abwärts; im weitern Verlauf gehen sie meist etwas spiralig nach oben und schliesslich mit den Spitzen direct nach hinten. Die Hornzapfen sind schlank, cylindrisch, doch mit merklich grösserem horizontalem Durchmesser als bei Bos Taurus.

Vor den Augenhöhlen verjüngt sich der Gesichtsschädel nicht in so deutlichen Stufen wie bei Bos sondaicus, allein hauptsächlich nur desshalb, weil die Massetercrista und der Maxillarhöcker schwächer ausgebildet sind. Die Maxillarzone ist dabei im Verhältniss zur Schädellänge so lang wie beim Gaur und Banting, allein die Intermaxillarzone ist weit

länger als selbst beim Gaur. Sie ist es auch, fast allein, welche dem ganzen Gesichtsschädel die auffallend gestreckte Form verleiht, die am ehesten an diejenige des Gaur erinnert.

Das Thränbein ist von demjenigen der Büffel und der Bisonten sehr verschieden und folgt im allgemeinen der Form von Bibos und Taurus; nur ist es weit mehr in die Länge gestreckt; schon sein oberer Rand, der nach innen den Thränencanal birgt, ragt weiter in das Lumen der Augenhöhle vor, und auch seine vordere Spitze ist so lang, dass sie mit dem Nasenbein auf längerer Strecke in Berührung steht als die Maxilla; die Knochenlücke an der vordern Spitze des Stirnbeins fehlt auch hier nicht.

Das Nasenbein verhält sich ähnlich wie beim Gaur; da aber die Wange und noch vielmehr die Schnauze beim Yak viel länger ist, so springt es nicht so weit über die Nasenöffnung vor wie beim Gaur. Allein es ist breit gewölbt, auch in der Längsrichtung schwach gebogen und nach vorn einfach zugespitzt, fast ohne Spur seitlicher Incisuren; nach hinten endet es ziemlich stumpf und reicht daher nicht weit zwischen die Augenhöhlen hinauf. Der Zwischenkiefer ist ebenfalls ähnlich wie beim Gaur, doch durchweg länger; so in dem aufsteigenden Ast, der zwar trotzdem das Nasenbein nicht erreicht, allein noch mehr in dem horizontalen, der sich vorn etwas ausbreitet und ganz quer abgestutzt endet wie beim Gnu.



17. Bos grunniens. ♀. 1/6.

Die Seitenansicht, wovon Gray ein treffliches Bild gegeben hat, stellt alles dieses ebenso deutlich vor Augen als die Ansicht von oben: sehr kurze und durch den Hornstiel zusammengedrückte Schläfengruben mit stark gewölbtem Stirnrand; schwache Augen- und Jochbogen; kugelig vortretende Augenhöhlen, gestreckten Maxillar- und noch längern Schnauzentheil des Schädels, lang ausgezogenes Thränenbein; Massetercrista schwach und sehr schief nach vorn gerichtet; Unterkiefer auffallend schlank und niedrig.

Die Unterfläche des Schädels sowie die Gefäss- und Nervenöffnungen verhalten sich nicht verschieden von Bos Taurus. Nur die Abflachung des Basioccipitale und der ganzen

Gaumenfläche mag auffallen. Der Bau der Choanen, der jeweilen so wichtige Anhaltspunkte bietet, ist ganz verschieden von Bubalus und Bison und stimmt mit Taurus überein.

Als Endergebniss dieser Untersuchung glaube ich mein Urtheil über das Verhältniss des Yak zu den übrigen Rindern dahin formuliren zu können: unzweifelhaft knüpfen ihn die tiefern und genetischen Beziehungen seines Schädelbaues zunächst an den Banting, zumal an dessen weibliche Form: allein man kann nicht verkennen, dass das schliessliche Resultat in mancher Hinsicht der zahmen Frontosus-Form des europäischen Rindes sehr ähnlich ist. Mit dem Banting scheint der Yak somit durch Erbschaft verbunden zu sein, während ihn sein Erwerb dem Frontosus-Rind parallel stellt.

Da wohl alle Schädel des Yak, die in den europäischen Museen aufbewahrt werden, zahmen Thieren angehören, so kann dies nicht überraschen. Wie wir unten sehen werden, besteht eines der Ergebnisse der hier durchgeführten Untersuchung der Rinder überhaupt — und ich halte es nicht für das unwichtigste — in dem Nachweis, dass Bos frontosus das blosse Product der Zähmung des europäischen Wildrindes, des Bos primigenius, ist; mithin ein Kunstproduct, eine vom Menschen durch Jahrtausend langen Einfluss erzeugte neue Species, von der Stammform vornehmlich durch Sistirung des Wachsthums vor seinem natürlichen Abschluss abgewichen, ein *arrêt de développement*, hauptsächlich erzeugt durch frühe Uebernährung und wahrscheinlich auch durch zu frühe Geschlechtsthätigkeit, welche den normalen Fortschritt bis zum Schlusspunkt des wilden Thieres hemmten.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass menschlicher Einfluss, und wohl in gleicher Richtung, auf den Yak seit mindestens gleich langer Zeit gewirkt hat; dieses Ergebniss müssen wir somit von dem anatomischen Besitz der Species abziehen, bevor wir deren natürliche Beziehungen beurtheilen. Ich habe nun keinen Grund, schon jetzt zu vermuthen, dass schliesslich der wilde Yak sich nur als eine durch polares Clima modificirte Form des in den Tropen heimischen Banting herausstellen werde; es ist leicht möglich, dass der wilde Yak den Namen einer »Species« so gut verdient als der Gaur; allein ich habe allen Grund zu glauben, dass seine Beziehungen zum Banting noch weit evidenter sein werden als diejenigen seiner zahmen Form, und vielleicht inniger als selbst die des Gaur. Wie die sogenannte Antilope von Celebes noch heute die Stammform der meisten Varietäten altweltlicher Büffel repräsentirt, so erscheint mir der Sunda-Ochs als die Mutterform für alle in Asien einheimischen Rinder.

Um so auffälliger ist es dann, im Gebiss des Yak gerade jenen Theil, der bei dem Banting und dem Gaur im Excess entwickelt ist, die accessorischen Säulen, fehlen

zu sehen. Allein schon oben wurde bemerkt, dass das Gebiss des Yak nichtsdestoweniger in seinem ganzen Habitus demjenigen des Bos frontosus und etruscus sehr nahe stehe und selbst der accessorischen Säulen nicht gänzlich entbehre, sondern sie nur in ungewöhnlich schwachem Maasse besitze. Es erhebt sich demnach auch hier unwillkürlich die Frage, in wie fern die Ausbildung dieser Säulen unveräusserliches Eigenthum, oder aber eine mit der Art der Nahrung und der Kauung der Rinder in Beziehung stehende Zuthat sei. Dass diese Zuthat vererblich sei, ergab sich früher hinlänglich durch den Hinweis auf den damit identischen Theil des Gebisses von Anoplotherium und anderer Herbivoren: dass aber auch ein solcher Erbtheil nicht als starres, keiner Modification fähiges Gebilde zu betrachten sei, zeigt andererseits seine sehr verschiedenartige Ausbildung unter den Rindern selbst, und sein häufiges Fehlen unter den Antilopen, Schafen etc. Ich bin daher nicht im Stande, in der Schwäche der accessorischen Säulen an den Zähnen des Yak etwas mehr zu sehen, als eine Annäherung an die Ernährungsart des Moschus-Ochsen oder mancher Antilopen. Seine Verwandtschaft mit dem Banting scheint mir dadurch so wenig Eintrag zu leiden, als die schwache Ausbildung derselben Theile die innige Beziehung zwischen Anoa und Bubalus beeinträchtigen kann.

Am Skelet des Yaks, das schon Hodgson geschildert hat, beschreibt die Rückengräte eine sehr ähnliche Curvatur wie bei dem Sunda-Ochsen, obschon nach der bei diesem gegebenen Tabelle Pag. 87 die vordersten Rückendornen am Yak beträchtlich länger und die Lendengräte niedriger ist. Die Zahl der Rückenwirbel beträgt 14; es ist also ein Rippenpaar mehr vorhanden als bei Bos Taurus und sondaicus. Die Nervenöffnungen der Wirbel verhalten sich wie bei dem zahmen Rind; sie sind einfach und geschlossen bis an die zwei letzten Lendenwirbel, welche blosse Incisuren tragen. Die Rippen sind auffallend schmal. An den Extremitäten sind allerlei Abweichungen von Taurus bemerkbar, welche ich nirgends treuer wiederholt finde, als bei einem Thier, das in gewissen Beziehungen in ähnlichen Locomotionsverhältnissen zu leben scheint wie der Yak, nämlich beim Moschus-Ochsen; so die sehr schiefe Form der Humerus-Rolle, die vollständige Trennung der überdies sehr schwachen Ulna vom Radius.

Die obige Tabelle über die Messungen an Bos sondaicus und Bos Gaurus, Pag. 101, 102 enthält auch eine Colonne für die procentischen Angaben über den weiblichen Yakschädel der Leidenersammlung. Diese Zahlen zeigen die vielfache Uebereinstimmung des Yak mit dem weiblichen Banting: sieht man ab von der starken Stirnwölbung des Yak, welche die Werthe von Position 2 und 3 der Tabelle auf die Höhe des Mittelwerthes männlicher Bantings bringt, so tritt seine geringe Stirnlänge doch in Position 4 deutlich an den Tag.

Auch die Länge der Schnauze wird ausgedrückt in Position 8 und 10, die Schlankheit des Gesichts in Position 14. Die erhebliche Breite von Stirn und Hinterhaupt springt vielfach in die Augen. Allein ausserdem ist es von Interesse, zu sehen, wie weit grössere Aehnlichkeit besteht zwischen dem Yak und dem Banting, als zwischen ihm und dem europäischen Frontosus-Rind, dessen Colonne neben ansteht. Auch hierin ergibt sich, dass die physiognomische Uebereinstimmung mit dem letztern vielmehr eine consecutive als eine primitive ist.

Bos indicus L.

Neben dem Büffel, dem Gayal und dem Yak ist in Asien noch eine vierte Art von Rind gezähmt worden und bildet mit dem Büffel das dort, ja wahrscheinlich auch über ganz Africa, am meisten verbreitete Hausrind. Seine Zähmung steigt in so alte Zeit hinauf, dass man es im wilden Zustand nicht mehr kennt; es war daher natürlich, dass man es vielfach mit den zahmen Rindern Europas zusammenwarf, und als eine durch Cultur oder Wohnort erzeugte Abart der letztern ansah.

Für die ältere Litteratur über die Buckelochsen verweise ich auf A. Wagner a. a. O. pag. 98 und 155 und Fischer Synopsis pag. 499. Cuvier, Ménagerie du Muséum national 1804, I 235, II 218 und Wagner haben zuerst die Vereinigung des Zebu mit dem europäischen Rind aus anatomischen Gründen befürwortet.

Umgekehrt wurden dann von Andern mehrere Modificationen des Zebu sogar als besondere Species aufgestellt, so dass ausser Bos indicus auch ein hornloser Buckelochse Bos Pusio und ein langgehörnter Bos Dante in der Litteratur Eingang fanden. Unter den Autoren, welche nach eigener und sorgfältiger Prüfung urtheilten, war es dann wieder Sundevall, der das Zebu als Bos indicus von Bos Taurus abgelöst hat, nicht nur wegen seines Höckers sondern auch in Rücksicht auf die antilopenartige Statur und die Form von Nase und Schnauze. (Hornschuch's Archiv II. pag. 152.) Auch Gray Catal. pag. 21, 22 führt Bos indicus und überdies Bos Dante als besondere Species neben Bos Taurus auf. Am weitesten ging endlich Blyth (Catal. Mus. Asiat. Soc. 1863, pag. 159), indem er das Thier sogar mit einem neuen Genus-Namen Zebus gibbosus beschenkte. Er stellt dabei die Vermuthung auf, dass das Thier ursprünglich in Africa zu Hause und nur als Hausthier in früher Zeit in Asien importirt worden sei, und dass verwilderte

Heerden in vielen Theilen von Indien, in Ceylon und wohl auch in Africa vorkommen möchten.

Ich habe meinestheils bereits in der Fauna der Pfahlbauten, 1861, pag. 148 die Ansicht ausgesprochen, dass wenn je eine Form zahmen Rindviehes Anspruch habe, von der allgemeinen Stammform europäischer Rinder, Bos primigenius als besondere Species abgelöst zu werden, es der indische Buckelochse sei, der durch Schädelform, Hornbildung und in jedem einzelnen Theil des übrigen Skeletes von ihr mehr abweiche als irgend eine der in Europa einheimischen Formen des Rindes.

In dem ganzen Capitel über den Ur und den Wisent, Pag. 70—109, sind dafür reichliche Belege eingestreut.

Die Untersuchung einer erheblichen Anzahl von Schädeln und Skeleten verschiedener Varietäten des Zebu, von Zwerg- bis zu wahrer Riesengrösse, hat mich seither in dieser Ansicht nur bestärkt.

Die Wirbelsäule, in ihrem Stamm stets aus 7 + 13 + 6 freien Wirbeln zusammengesetzt, beschreibt in der ihr aufgesetzten Rückengräte eine ganz andere Profillinie als bei Taurus; statt fast gerade zu verlaufen, wie bei diesem, bildet sie über der vordern Hälfte des Thorax einen starken Buckel, der nach hinten rasch in die niedrige Lendengegend abfällt. Die vordern Rückendornen sind viel länger als bei Taurus und liegen auch weit stärker nach rückwärts. Die Rückendornen 1 und 2 übertreffen den Dorn des letzten Halswirbels an Höhe um das 4—5fache, sie sind dabei sehr schmal und verdünnen sich wie beim Büffel nach oben, wo sie indes plötzlich in ein oft sehr breites Köpfchen anschwellen. Wie die oben (Pag. 87) mitgetheilte Tabelle zeigt, kommen der Banting und noch mehr der Yak in der relativen Länge der Rückendornen dem Zebu am nächsten; die vordersten derselben sind indes bei dem Yak noch länger; aber die allgemeine Curve des Rückgrates ist dieselbe. Auch der Büffel steht in dieser Beziehung dem Zebu noch näher als unser zahmes Rind.

Wie der Banting, so hat auch das Zebu doppelte Nervenöffnungen an der Mehrzahl der Rückenwirbel. Nur V. d. 1 hat eine offene Incisur; von V. d. 2 an bis 11, 12 oder selbt 13 ist die Nervenöffnung geschlossen und doppelt; die Lendenwirbel haben dagegen eine einfache Oeffnung, sei es ein Foramen oder eine blosse Incisur. Der Atlas ist im Umriss quadratischer als bei Bos sondaicus und Taurus, der Epistropheus kürzer, höher und steiler als bei letzterem, dem des Banting ganz ähnlich. Auch die fernern Halswirbel sind in allen Theilen kürzer, höher und steiler als bei dem europäischen Rind, der letzte Halsdorn bedeutend niedriger, die Beilfortsätze des vorletzten schmal.

In dem Extremitäten-Skelet lassen sich kleine Abweichungen von Bos Taurus in der Form jedes einzelnen Knochens und Gelenks, von dem Schulter- und Beckengürtel bis zu den Fusswurzeln nachweisen. Ich kann es um so mehr entbehren, sie einzeln aufzuzählen, als die weit auseinander gehenden Racen des Zebu selbst wieder manche Modificationen unter sich zeigen würden. Im Allgemeinen steht das Zebu in dieser Rücksicht dem Bison und selbst dem Hirsch näher als dem europäischen Rind. Einzelne kleine Züge erinnern oft auch unwillkürlich an den indischen Büffel.

Weit wichtigere Anhaltspunkte bietet immerhin der Schädel.

Der erste Eindruck, den die Vergleichung einer grössern Anzahl Schädel des Zebu bietet, geht dahin, dass hier individuelle Physiognomien von weit grösserer Mannigfaltigkeit auftreten, als in irgend einer andern Formengruppe der Bovina, selbst den Banting nicht ausgenommen; schienen auch bei dem Banting junge und alte, männliche und weibliche Köpfe ausserordentlich verschieden, so war doch bei genauerm Zusehen das Band zu finden, das sie zusammenhält. Nicht so beim Zebu. Hier stösst man innerhalb desselben Geschlechtes und auf gleicher Altersstufe einmal auf kleine hirschähnliche Köpfe mit grossen Augen und schlanken Hörnern, dann wieder auf mächtige fast pferdeähnliche Schädel mit gebogener Nase und abgeplatteten Hörnern, zwischen welchen kein Tertium comparationis zu liegen scheint.

Sucht man die einzelnen Factoren dieser Variationen auseinander zu halten, so wechselt vorerst die Stärke, Form und Richtung der Hörner bis in's Aeusserste; neben gänzlich hornlosen Thieren findet man alle Grade bis zu solchen mit Hörnern von colossaler Grösse. Meistens sind die Hörner cylindrisch, allein häufig genug sind sie auch ganz abgeplattet, von breit-ovalem Durchschnitt; hier steigen sie steil aufwärts, dort sind sie hart den Seiten des Schädels entlang nach unten gekrümmt; hier geht ihre Richtung nach vorn, dort wenden sie sich von Anfang an nach hinten; die letztere Richtung scheint indes vorzuwiegen, und zwar so, dass die beiden Hörner, ohne sich stark über die Profillinie des Schädels zu erheben, in spitzem Winkel nach hinten divergiren. Dabei sind sie in schwachem Bogen auswärts gekrümmt, so dass die Spitzen sich einander zuneigen, eine Form, die mit derjenigen der Hörner des weiblichen Banting am meisten übereinstimmt.

Weit constanter als die Form der Hörner ist indes die Stelle ihres Ansatzes; derselbe erfolgt immer an den Seitenrändern des Stirnwulstes, wie bei dem Banting, dem Yak und dem europäischen Rind. Hornstiele sind meistens vorhanden, und zwar liegen dieselben durchweg, möge die weitere Richtung der Hörner noch so verschieden sein,

in der Fortsetzung der Profillinie der Stirn, so dass sie bei stark gewölbter Stirn mit deren Rand eher abwärts geneigt sind, und nur bei schmalköpfigen Schädeln mit eingeengter Stirn sich über dieselbe etwas zu erheben pflegen.

Der Schädel selbst ist durchweg in seiner Gesammtheit langgestreckt und schlank. Allein die Verlängerung betrifft, wie bei dem Yak und dem Büffel, weit mehr den Gesichtstheil als den Stirntheil. Die Stirn ist häufig schwach gewölbt, so dass sie nach ihren Rändern ringsum abfällt, und diese Wölbung dehnt sich dann auch über den Gesichtsschädel so aus, dass die ganze Profillinie von der Occipitalkante bis zur Nasenspitze mehr oder weniger convex ist, wie beim Pferd, oft selbst in sehr starkem Grade.

In andern Fällen, und zwar durchweg bei den schmalen Köpfen, ist die Stirn dagegen eher concav, indem hohe und abgerundete Seitenränder sich über ihre Mitte erheben und diese einzuknicken scheinen. Nichts desto weniger bildet gerade bei diesen Köpfen die Sagittalnath eine vorragende Kante, welche sich dann an der hintern Grenze der Stirn in einen nicht unansehnlichen Höcker ausdehnt. Solche Formen erinnern lebhaft an den weiblichen Banting; es sind gleichzeitig die, an welchen die Hörner stark nach hinten gerichtet sind, während die breit- und hochstirnige Form mehr nach Aussen gerichtete Hörner trägt.

An hornlosen Schädeln keilt sich die Stirn von den Augenhöhlen an nach hinten continuirlich aus, so dass die Occipitalcrista auf einen spitzen medianen Höcker reducirt ist; auch bei schwachgehornten Schädeln ist diese Auskeilung der Stirn deutlich und bilden die Hornstiele gewissermaassen nur seitliche Anhängsel derselben; die Stirn hat dann einen rhombischen Umriss, und solche hornlose Zebuschädel sehen dann hornlosen Büffeln weit ähnlicher als etwa hornlosen Galloway's, wo sich die Occipitalkante niemals bis in eine solche Spitze zusammendrängt.

Der Stirneinschnitt zwischen Horn und Auge ist immer sehr seicht, zumal bei schmalstirnigen Thieren. Die Augenhöhlen treten niemals stark vor, aber sie sind nicht bei allen Racen gleich gebildet. Bei den schmalstirnigen Zebus sind sie wie auswärts gestülpt, indem unbeschadet ihrer Kegelform die Wandungen fast concav sind und wenigstens die Ränder scharf über den Schädelumriss vortreten, während sie bei breitstirnigen Thieren umfangreiche aber weniger vorragende Wölbungen bilden. Dort verhalten sie sich ähnlich wie beim Banting, hier wie beim Yak.

Der Gesichtsschädel verjüngt sich bei den breitstirnigen Thieren nach vorn nur ganz allmählig wie beim Yak, da die Masseterkante und das Tuber maxillare nur schwach ausgebildet sind; bei den schmalstirnigen ist die Masseterkante stärker und erzeugt, wenn

auch nicht in so ausgesprochener Weise, die bei dem Banting geschilderte Stufenbildung des Gesichtes. Vor den Augenhöhlen ist der Kopf unter keinen Umständen so rasch verengert, wie bei dem Bison, dem Gaur und selbst bei dem europäischen Rind. Der Gesichtsschädel ist immer schmal zu nennen und weit mehr comprimirt als depress, mag auch die Wölbung und der quere Durchschnitt des Gesichtes wechseln; bei schmalstirnigen Schädeln pflegt das Gesicht sogar relativ breiter zu sein als bei breitstirnigen.

Das Thränbein ist im Umriss demjenigen des Banting, Gaur und des europäischen Rindes ähnlich, doch durchweg sehr gestreckt und nach oben, wo es meist merklich in die Augenhöhle vorragt, sehr schmal, im untern Theil, wo es sich winklig dem Nasenbein zubiegt, wesentlich breiter; es stösst daher mit dem Nasenbein immer reichlich und fast auf dessen halber Ausdehnung zusammen; auch dies erinnert lebhaft an den Banting und noch mehr an den Yak, während Gaurus, Taurus, und gar Bison und Bubalus sich hierin ganz anders verhalten.

Die Nasenbeine sind bei den schmalköpfigen Formen in der Quere stark, nach der Länge gar nicht gewölbt, ziemlich parallelrandig und ragen vorn, wo sie bei weiblichen Thieren tiefe Incisuren tragen, kaum mehr über die Nasenöffnung vor als beim Banting, dessen Form sie überhaupt theilen. Bei den breitstirnigen Zebu's sind sie breiter, querüber flacher, allein der Länge nach gebogen und ragen weiter über die Nasenöffnung hinaus; sie sind oft an beiden Enden erweitert, in der Mitte also eingeschnürt; eine seitliche Incisur des Vorderrandes fehlt auch hier nicht, allein meistens sind dann die seitlichen Spitzen länger als die mittlern; solche Nasenbeine sehen denen des indischen Büffels vollkommen ähnlich; manchmal, wohl bei männlichen Thieren, fehlt die vordere Incisur auch hier. Der Zwischenkiefer erreicht jeweilen gerade das Nasenbein wie bei dem Banting.

Auch von der Seite sehen schmalköpfige Zebu's wiederum dem Banting, breitköpfige dem Yak ähnlich; die Schläfe ist dort gestreckt und weit offen, hier kürzer und durch den Hornansatz im hintern Theil stark verengt. Das Schläfenbein reicht mit seinem Jochfortsatz bis an den Augenbogen, und im Schuppentheil stösst es vorn an den grossen Keilbeinflügel, den es bei Bos Taurus nicht erreicht.

Die Form des Occiput hängt sehr von der Art des Hornansatzes ab. Ganz allgemein ist der Stirnwulst mit der eigentlichen Occipitalfläche weit inniger und ausgedehnter verbunden, die Schläfeneinschnitte weit weniger tief als bei Banting, Yak und Büffel. In dieser Beziehung steht das Zebu auf gleicher Stufe wie das europäische Rind, was Cuvier a. a. O. I. pag. 247 mit Recht ausdrücklich hervorgehoben hat. Allein der

aufgesetzte Stirnwulst ist je nach der Einsetzung der Hörner sehr verschieden: hoch wie bei dem Banting bei schmalstirnigen Thieren: bei den breitstirnigen niedrig wie beim Yak und dann meist weit über das Occiput vorspringend.

Die Schädelbasis, Choanenöffnung, Gefäss- und Nervenlöcher sind wie bei Bos Taurus: nur die Gaumenfläche ist zwischen den Zahnreihen mehr vertieft und vor denselben mehr eingeschnürt und erinnert insofern an den Büffel.

Es kann Niemandem entgehen, dass die manchfachen Variationen des Zebuschädels, die wir durchgegangen haben, nicht zufällig, sondern in ganz bestimmten Combinationen an die einzelnen Schädel vertheilt sind. Es ergeben sich dadurch von selbst zwei Gruppen, die wir wohl unterscheiden müssen: eine erste mit schmaler, langer und in der Mitte vertiefter Stirn, schlanken und nach hinten gerichteten Hörnern, die nahezu in der Flucht des Schädelprofils verlaufen, mit etwas vorstehenden Augen, nur allmählig zugespitztem Gesicht und gerade gestreckten, schmalen und kürzern Nasenbeinen. Bei der zweiten Gruppe vereinigt sich eine nach allen Richtungen gewölbte, breite und deshalb kürzere Stirn mit abgeplatteten, seitwärts und abwärts gerichteten Hörnern, umfangreicher aber niedriger Augenwölbung, sehr langem und schlankem Gesicht und gebogener Nase. Es ist genug betont worden, dass die erste Gruppe in allen Theilen eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Banting zeigt, während die zweite vielmehr an den Yak und selbst an den Büffel erinnert.

Es war leicht, zu zeigen, dass geschlechtliche Unterschiede diesen Physiognomien keineswegs zu Grunde liegen: in beiden Rubriken konnte ich mit den Anhaltspunkten, die mir die Untersuchung sexueller Merkmale in den Rindern überhaupt und vor allem am Sunda-Ochsen geboten hatte, männliche und weibliche Schädel unterscheiden, die innerhalb der Physiognomie ihrer Gruppe von einander nicht mehr abweichen als die zwei Geschlechter unsers europäischen Rindes. Wohl aber erwiesen sich die zwei Rubriken, wie ich erst bemerkte, nachdem sie auf rein empirischem Wege erkannt waren, geographisch in einer Weise getrennt, die mit den anatomischen Analogien unerwartet übereinstimmte.

Fast alle jene schlankköpfigen Schädel stammten aus Java, die breitköpfigen aus Bengalen. Doch wird Niemand erwarten, bei einem Hausthier so alten Datums eine geographische Begrenzung der Racen scharf durchgeführt zu sehen. Immerhin können so augenfällige Analogien der Struktur und der Verbreitung zwischen einem nur im zahmen Zustand bekannten Rind und seinen nächsten wilden Parallelformen nicht ohne Bedeutung sein, und drängen von selbst die Frage auf, ob diese Parallelen nur zufällig seien, oder auf wirklicher Verwandtschaft beruhen möchten.

Legt man daran den Maassstab, den die Beurtheilung der Formenwerthe in der gesammten Abtheilung der Bovina in die Hand gibt, so muss man zugeben, dass sowohl bei den Zebu's des insularen als bei denen des continentalen Asiens die jeder Gruppe besonders zukommenden Merkmale den Betrag der gemeinsamen Eigenschaften sicherlich an Umfang, allein theilweise selbst an Gewicht, übertreffen. Dass gewisse Factoren der Schädelbildung hier direct vom Sunda-Ochsen, dort vom Yak und vielleicht sogar vom Büffel herzuleiten seien, scheint mir daher schwer bestreitbar zu sein; und es fragt sich nur noch, ob nach Abzug solcher durch Uebertragung erhaltenen Merkmale noch ein genügender Betrag ursprünglicheren Besitzes verbleibe, um dem Zebu den Werth einer Species zu sichern.

Für die schlankhörnigen javanischen Zebu's möchte man dies fast verneinen; sie sehen weiblichen Bantings ausserordentlich ähnlich: nicht nur der Kopf weicht in seiner gesammten Physiognomie höchstens dadurch ab, dass er bei den Zebu's noch gleichförmiger gestreckt ist als bei dem weiblichen Sunda-Ochsen, wo der Schädel nach hinten im allgemeinen mehr an Breite zunimmt, sondern im Skelet sollte man glauben, die doppelte Nervenöffnung der Rückenwirbel doch auch von dieser Quelle herzuleiten, leider habe ich versäumt zu untersuchen, ob nicht auch das Gebiss des Banting dieser Zebu-Raçe stärkere accessorische Säulen hinterlassen habe.

Umgekehrt stimmt aber die breitstirnige Varietät des Zebu trotz mancher Züge, die sie vom Yak entlehnt zu haben scheint, mit demselben nicht so sehr überein, um eine directe Abstammung, an die schon Cuvier gedacht hatte, bevor er den Yak genauer kannte (a. a. O. I. Pag. 249), wahrscheinlich zu machen. Zudem scheinen mir die Buckel-Ochsen des Continents von Asien, soweit mein Material dies beurtheilen liess, mehr individuellen Schwankungen zu unterliegen als die von Java. Schon oben drängte sich auch die Frage mehrfach auf, ob nicht die platte Form der Hörner, ihre Richtung nach seitwärts und abwärts, die Form der Nasenbeine, selbst auf Einwirkungen des indischen Büffels deuten möchten. Ich wüsste sie allerdings unter noch lebenden Thieren auf keine andere Quelle zurückzuführen; auch das Gebiss bot hiezu an einzelnen Schädeln mancherlei Anhaltspunkte; andererseits aber habe ich an keinem Zebuschädel auch nur eine Annäherung an die so eigenthümliche Choanenbildung des indischen Büffels wahrgenommen.

Eine einfache Vertheilung asiatischer Buckelochsen in Nachkömmlinge des Banting und in solche des Yak würde also in den anatomischen Thatsachen keineswegs genügende Belege finden, um so weniger als überdies allen Zebu's Asiens ein nicht unwich-

tiger gemeinsamer Charakter zukommt, der sowohl dem Banting als dem Yak und noch mehr dem Büffel abgeht. Es ist dies die Niedrigkeit und Abflachung des Stirnwulstes und seine ergiebige Verbindung mit der Occipitalfläche, mit andern Worten, die Unterdrückung der Parietalzone. Gerade hier liegt aber ein wichtiger Gesichtspunkt. Eine Seite der Betrachtung, von der wir bis jetzt abgesehen haben, wird dadurch sofort erledigt, nämlich die Frage, ob alle jene gemeinsamen Merkmale der Buckelochsen auf Rechnung der Zähmung fallen dürften. Die Structur des Hinterkopfes weist dies durchaus ab; der gesammte Verlauf dieser Arbeit hat, wie ich denke, an fossilen und lebenden Rindern gleich eindringlich uns belehrt, dass gerade dieses Merkmal nicht etwa einem Wachsthumsstillstand zuzuschreiben und also gewiss nicht auf Rechnung der Zähmung zu setzen ist. Vielmehr liegt hierin gerade ein Weitergehen des Zebu über das Maass des Banting, des Yak und des Büffels hinaus bis auf die Stufe des europäischen Rindes. Trotz der grossen Uebereinstimmung des Gesichtsschädels mit asiatischen Formen steht Bos indicus in Bezug auf sein Occiput schon vollständig innerhalb der Gruppe der Taurina im engern Sinn.

Berathen wir schliesslich, bevor wir unsere Ansicht über das Zebu formuliren, noch die unten beigefügten Messungen an männlichen und weiblichen Schädeln beider Racen, so stellt sich folgendes heraus.

1. Dass die javanischen Zebu's fast in allen Schädeldimensionen allerdings dem weiblichen Sunda-Ochsen sehr nahe stehen. Doch sind, wie schon bemerkt die Querdurchmesser in allen Theilen des Schädels, ausser in der parietalen Zone des Occiput, zwischen den Schläfeneinschnitten beim Zebu geringer.

2. Bei den bengalischen Zebu's ist die relative Länge der Stirne eher bedeutender als bei den javanischen, trotzdem dass ihre grössere Breite auf das Auge den entgegengesetzten Eindruck macht. Die Breitendimensionen sind an der Stirn weit erheblicher als bei den javanischen Thieren, das Gesicht dagegen länger und schlanker. Sie stehen in allen Verhältnissen der Stirn dem Sunda-Ochsen entschieden näher als dem Yak, ja näher als ihren javanischen Verwandten, mit welchen sie dagegen in den Dimensionen des Occiput sehr nahe zusammentreffen.

Auch dies kann einer directen Ableitung der bengalischen Zebu's von dem Yak nicht das Wort reden und scheint anzudeuten, dass die physiognomische Aehnlichkeit mit dem Yak, die dem Auge auffiel, mehr auf äussern Umrissen als auf Analogie der innern Structur beruhte.

Angesichts solcher Unsicherheiten werden wir wohl gestehen müssen, dass die ganze

Frage noch nicht spruchreif und die Untersuchung noch unvollständig ist. Nur zwei Punkte gehen indess, wie mir scheint, schon jetzt mit Bestimmtheit hervor:

1. Es wäre gewagt, über die Beziehungen des Buckelochsen zu andern Rindern und über seine Selbstständigkeit als besondere Species abzuurtheilen, bevor man seine zahlreichen Modificationen wohl unterschieden und in Bezug auf anatomische Parallelen und geographische Verbreitung geprüft hat. Nur in Asien liessen sich schon mit dem hier benutzten, aber für ein Hausthier noch ärmlichen Material, Rubriken von anatomischer und geographischer Beschränkung unterscheiden. Was mag Afrika dazufügen, das fast auf seinem ganzen Umfang von Buckelochsen bewohnt ist, über die wir noch keine Kunde haben?

2. Die asiatischen Zebu's stehen zu dem Sunda-Ochsen in Bezug auf Schädelbildung und übriges Skelet in näherer Beziehung als zu dem europäischen Rinde. Doch theilen sie mit diesem die Reduction der Parietalzone und die daherige enge Verbindung von Frontalwulst und Hinterhauptsfläche, sowie die cylindrische Gestalt der Hörner.

Eine Unterdrückung der Linné'schen Species Bos indicus möchte ich bei dieser Sachlage nicht befürworten. Vielmehr möchte ich aus der durch die Messungen deutlicher als durch das Auge entdeckbaren Uebereinstimmung des Stirnbaues und aus der noch evidenteren und morphologisch wichtigeren Verkürzung des Hinterhauptes die Möglichkeit ableiten, dass eine den Taurina in letzterer Beziehung, dem Sunda-Ochsen in dem übrigen Bau des Schädels nahestehende Stammform, sei es lebend, sei es fossil, sei es in Asien oder in Afrika noch aufgefunden werden möchte, welche den bisher beobachteten individuellen Variationen als tertium comparationis zu Grunde liegen könnte. Eine solche Stammform, die sehr wahrscheinlich den javanischen Zebu's näher stehen würde als den bengalischen, würde eine noch natürlichere Brücke zwischen Bos sondaicus und Bos Taurus, in weiterer Linie zwischen Bibovina und Taurina bilden, als es die verschiedenen Racen des zahmen Buckelochsen thun. Die bei einem Hausthier von so alter Zähmung immerhin nahe liegende Möglichkeit manchfaltiger localer Einflüsse, in Asien vom Banting, vom Yak, vom Büffel, in Afrika vielleicht von noch anderer Seite, ist damit durchaus nicht abgewiesen.

	Bengalische Zebu's. ♀				Yak ♀	Banting. ♀	Javanische Zebu's.		
	a.	b.	c.	Mittel.			Mittel.	a. ♀	b. ♂
1. Schädellänge an der Unterfläche .	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.
2. Schädellänge an der Oberfläche . .	112.7	112.3	112.3	112.4	115.2	107.	106.	109.2	102.8
3. Stirnlänge bis zum Nasenbein . .	50	48.8	49.6	49.4	52.	46.8	48.3	48.6	48.
4. Stirnlänge seitlich bis zum hintern Augenrand	37.6	35.	31.4	34.6	29.5	34.5	33.3	30.5	36.1
5. Länge der Nasenbeine	44.	39.7	40.5	41.4	36.6	38.8	35.5	35.5	35.5
6. Gaumenlänge	58.6	61.7		60.1	66.7	65.1			
7. Spitze der Intermaxilla bis hinter M. 3	58.	65.4		61.7	64.1	64.			
8. Spitze der Intermaxilla bis vor P. 3	30.8	31.1		30.9	34.5	[illegible]			
9. Länge der Zahnreihe	27.3	35.5		31.4	29.3	[illegible]			
10. [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
11. Stirnbreite zwischen d. Hornansätzen	40.7	40.7	44.5	41.9	55.7	42.3	34.2	32.3	36.1
12. Stirnbreite zwischen den Schläfen .	38.6	39.7	35.4	37.9	44.7	38.5	34.3	33.4	[illegible]
13. Stirnbreite zwischen den Augenhöhlen	45.6	47.1	40.9	44.5	54.2	44.9	42.	40.	44.1
14. Gesichtsbreite an den Wangenhöckern	28.8	33.3	29.1	30.4	32.9	37.4	31.4	32.6	[illegible]
15. Höhe des Hinterhaupts	31.2	31.6		31.4	36.1	37.6	30.	30.	
16. Grösste Breite desselben	43.2	48.1	40.	43.7	42.4	48.	42.	38.9	[illegible]
17. Breite zwischen den Hornansätzen .	35.3	32.3	34.2	33.9		31.	32.4		[illegible]
18. Geringste Breite zwisch. d. Schläfen	33.9	31.3	27.2	30.8	19.8	17.8	27.	24.4	[illegible]

IV. Taurina.

Endlich, nach langer Reihe durch Rinder, welche sich von dem embryonalen Gepräge des Genus oder von dem gemeinsamen Gepräge des Wiederkauers im Allgemeinen Schritt für Schritt immer mehr entfernen, stossen wir auf eine Gruppe, über welche hinaus ein fernerer Fortschritt, wenigstens in der bisher verfolgten Richtung, kaum denkbar ist. Wir stehen somit vor dem Schlusspunkt der Reihe, welche innerhalb des ganzen (Linné'schen) Genus mit Hemibos und Anoa anhob, allein in weiterer Linie auch, so viel wir wissen, vor dem Schlusspunkt des Wiederkauerschädels überhaupt.

Der parietale Theil des Schädels ist bei den Taurina, den Repräsentanten dieser terminalen Gruppe, des gänzlichen auf die Occipitalfläche und in die Schläfengrube zurückgedrängt durch das Stirnbein, das sich nach hinten und seitwärts weiter ausdehnt als sonst an irgend einem andern Säugethier — mit einziger Ausnahme der Cetaceen, wo freilich dann auch alle Gesichtsknochen an dieser Bewegung Antheil nehmen.

War man auch aus leicht begreiflichen Gründen gewohnt, diese excessive Ausdehnung des Stirnbeins als normales Merkmal der Rinder, und das seit Cuvier bei dem Bison, Büffel etc. hervorgehobene Vortreten der Parietalzone über die hintere Stirngrenze als Abweichung von der Norm zu beurtheilen, so wird wohl der Verlauf der bisherigen Untersuchung genügt haben, diese Anschauung umzukehren und zu zeigen, dass das europäische Rind nicht etwa das Vorbild seiner Familie darstellt, sondern einen ganz extremen Typus, einen Schlusspunkt, den das Individuum jeweilen in sehr kurzer Zeit, in Frist weniger Jahre erreicht, obschon es — so gut wie bei den Bubalina, Bisontina, Bibovina — von der allgemeinen embryonalen Stammform ausgeht, der nur Anoa und Hemibos Zeitlebens treu bleiben.

Es wäre indess zu weit gegangen, wenn man behaupten wollte, dass Bos Taurus in seiner Jugend wirklich je die Schädelform von Hemibos oder Anoa besässe, auch die jüngsten Stadien unseres Rindes zeigen bereits eine stark nach rückwärts gedrängte Parietal- und Occipitalzone.

Immerhin aber wäre es schwer, einen foetalen Schädel unseres Rindes von demjenigen eines Schaf- oder Hirschfoetus blos nach der Conformation der Hirncapsel zu unterscheiden. (S. Abtheilung I. pag. 14.) In diesem Sinne durchlauft also wirklich das zahme Rind während seiner Jugend eine Reihe von Schädelmetamorphosen, auf welchen das Schaf, der Hirsch, die Antilope weit früher stehen bleiben; es stempelt sich somit von vorn herein als ein wenn auch nicht gerade historisch späteres, so doch entfernteres Product als jene in genetischem Sinn kurzlebigen oder frühreifen Formen, da es über das Ziel, welches diese erreichen, schon bald nach der Geburt hinausgeht.

Obschon die morphologische Betrachtung solche Rinder mit Stirnscheitel gewissermaassen als ein sehr spätes Product erscheinen lässt, welches in seinem bekanntesten Vertreter den Namen Primigenius kaum verdienen sollte, so treffen wir doch in der alten Welt stirnscheitlige Rinder gleichzeitig mit weit jugendlicheren Formen.

Bos namadicus Falcon.

ist bis jetzt die älteste Form derselben und stammt aus dem pliocenen Terrain von Nerbudda, das auch den oben erwähnten Bubalus palaeindicus enthält. (S. Catal. of the fossil Remains of Vertebrata in the Museum of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1859, pag. 229 ff.) Falconer's Diagnose dieser Species lautet, pag. 231: The forehead is flat and slightly concave above; it is square, taking the base between the orbit, its height is about equal to its breadth; the horns are attached to the extremity of the highest salient line of the head; the plane of the occiput forms an acute angle with the forehead (it is overarched) and the plane of the occiput is nearly quadrangular instead of semicircular; all this being distinctive characters of the Taurine Bovidae (Ox) as contrasted with the Bison and Aurochs. Auch in einer brieflichen Mittheilung bezeichnet mir Falconer den Bos namadicus als ein Glied der Abtheilung Urus, d. h. als in eine Gruppe mit Bos primigenius und Taurus gehörig.

Trotz der beigefügten Messungen erlaubt die kurze Beschreibung Falconers keine Vergleichung dieses mir in natura unbekannt gebliebenen Fossils mit den europäischen

Rindern; ich muss mich daher mit dieser Andeutung begnügen, dass Taurine Rinder. mit flacher viereckiger Stirn und cylindrischen Hörnern, welche von deren hinterer Grenze ausgehen, schon in alten Perioden Indiens vertreten sind. Eine anderweitige Bestätigung hievon bietet übrigens auch eine kurze Bemerkung von Spilsbury im Journ. Asiat. Soc. of Bengal, IX. I. 1840 über einen fossilen Schädel des dortigen Museums mit breitem, flachem Occiput, verschieden von Bibos, Gaur und Gayal. Die sehr schlechte Abbildung, die beigefügt ist, lässt nur erkennen, dass die Stirnfläche rechtwinklig von der Parieto-Occipitalfläche abgebogen ist; die Sagittalnath ist in eine vorstehende Crista aufgehoben, wie bei vielen Zebu's; die Hörner sind cylindrisch und wenden sich von Anfang an seitwärts.

Weit besser bekannt, als diese indische Form flachstirniger und stirnscheitliger Ochsen, ist sein Verwandter,

Bos primigenius Boj.

bis jetzt der einzige fossile Vertreter dieser Gruppe in Europa, allein bekanntlich einer weit jüngern Periode angehörig, da er nicht nur als wildes Thier bis spät in die menschliche Geschichte, ja vielleicht bis in die Gegenwart hinabreicht, sondern auch namentlich mit seinen zahmen Nachkömmlingen in mehrern Racen den grössten Theil Europa's und seiner Colonien bevölkert hat*).

Cuvier hat den Primigenius-Ochsen in folgender kurzen Weise charakterisirt (Oss. foss. IV, pag. 150), welche mit Falconer's Beschreibung des fossilen indischen Taurinen Rindes nahe übereinstimmt: Le contour général du frontal, sa concavité, la courbe rentrante qui le termine vers le haut et qui s'étend comme une arête d'une corne à l'autre, l'angle aigu que la face frontale fait avec la face occipitale, la circonscription de celle-ci, la fosse temporale, sont absolument dans ces crânes comme dans le taureau. Fügt man hiezu die a. a. O. pag. 109 gegebenen Merkmale des zahmen Rindes, sowie die Bemerkung, dass die Hörner durchweg mehr oder weniger cylindrisch sind, und dass das Skelet 13 + 6 Rumpfwirbel hat, von welchen die dorsalen fast durchweg einfache Nervenöffnungen haben, so ist damit gleichzeitig die ganze Gruppe lebender europäischer

*) Ich muss es auch hier noch unentschieden lassen, ob die bisher blos auf Abweichungen des Zahntypus gegründete Form des diluvialen Bos intermedius Marc. de S., der ich in der ersten Abtheilung dieser Schrift Erwähnung that (Pag. 96, Tab. II. Fig. 36, 37), nur eine Variation des Primigenius oder aber eine besondere Species constituire.

Rinder-Racen hinlänglich von den Bubalina Bisontina und Bibovina unterschieden. Auch scheint es mir Angesichts der sehr reichen Litteratur über die fossilen Ueberreste dieses Thieres*) vollkommen überflüssig, die osteologische Schilderung dieser Species hier zu wiederholen, um so weniger, als ich derselben bereits bei einem andern Anlass eine sehr einlässliche Besprechung gewidmet habe**).

Allein hier tritt nun wieder, wie bei dem Sunda-Ochsen, die weit schwierigere Frage nach den zahmen Abkömmlingen der im wilden Zustand so scharf charakterisirten und so wohlbekannten Species an uns heran. Ohne Zweifel hat das letzte Jahrzehnd allein zur Lösung dieser Frage weit mehr Anhaltspunkte geliefert, als die ganze vorherige Vergangenheit, in welcher, etwa seit Buffon, die Hülfsmittel der Historie und der Naturgeschichte an dieser Frage versucht wurden. »Finden wir doch in manchen unserer Pfahlbauten die diluvialen Bos primigenius und trochoceros in einer Periode, wo Lein geflochten wird, als Hausthier an die Krippe gebunden«***), und sind wir somit heutzutage noch directe Zeugen und Zuschauer der Zähmung dieser Thiere, welche noch Cuvier blos durch anatomische Schlüsse wahrscheinlich machen konnte.

Trotz so unerwarteter und heller Lichter, welche auf eine noch vor Kurzem mythische Periode unserer Hausthiere fielen, sind wir indes noch nicht im Stande, den Stammbaum der zahlreichen Racen und Schläge des zahmen europäischen Rindes überall mit Sicherheit bis zu seiner Wurzel zu verfolgen.

Doch sollte ja die gesammte hier geführte Untersuchung über Geschichte, Umfang und Inhalt der Bovina diesem Ziele, der Aufhellung des Ursprungs der zahmen Rinder

*) Cuvier, Oss. foss. IV, 1823, pag. 150.
v. Baer, de fossilibus Mammalium reliquis in Prussia repertis. Königsb. 1823.
Bojanus, de Uro nostrate. Nova Acta Acad. Nat. Curios. XIII b, 1827.
Göthe, Abbildung des jenaischen Urstiers. Ebendas. XVIII, 1831.
H. v. Meyer, über fossile Arten der Rinder. Ebendas. XVII I, 1835.
Eichwald, de Pecorum et Pachydermorum reliquis. Ebendas. XVII, Suppl. 1835.
Fremery, Hoorn en Gedeelte des Bekkeneels v. Bos primigenius. N. Verhandel. kon. Nederl. Instit. 1831.
Jäger, über die fossilen Säugethiere Württembergs. Stuttg. 1839.
Woods, Description of the fossil skull of an Ox. London 1839.
Owen, British fossil Mammals. 1846, pag. 498.
Nilsson, On the extinct and existing Bovine Animals of Skandinavia. Ann. and Magaz. of Nat. Hist. IV, 2. Ser. 1849.
A. v. Nordmann, Palaeontologie Süd-Russlands. Heft III, 1859.

**) Fauna der Pfahlbauten, pag. 70—109.

***) Ebendas., pag. 5.

zu Gute kommen. Ich habe in der Einleitung zu dieser Arbeit (Abtheilung I, pag. 4 ff) schon angedeutet, dass sie wesentlich dem Bedürfniss und dem Wunsch entsprang, an meine bisherige Unterscheidung der Racen unseres zahmen Rindes einen grösseren und unabhängigeren Maassstab zu legen. Wie jede Untersuchung eines neuen Gebietes mit der Analyse des gebotenen Stoffes zu beginnen hat, so waren jene Arbeiten der empirischen Sichtung der anatomisch begrenzbaren Gruppen zahmer Rinder gewidmet; allein die Controlle der Resultate konnte nur ausgehen von der Kenntniss der Variationen und Variationsgrenzen, welche die Repräsentanten des gesammten Genus im natürlichen Zustand darbieten. Der Werth der aufgestellten Racen oder zahmen Species konnte nur beurtheilt werden bei Vergleichung mit den Formwechseln und Formgrenzen, welche das Genus ausserhalb des menschlichen Einflusses zeigt. Es würde sich somit nunmehr darum handeln, jene frühern Ergebnisse über die zahmen Rinder an der Hand der in dem Vorhergehenden gesammelten Erfahrungen Stück für Stück zu prüfen.

Der Leser, der dem Verlaufe beider Untersuchungen folgte, wird mir wohl das Vertrauen schenken, dass diese Controlle reichlich und mit Strenge geübt worden ist, allein er wird es auch entschuldigen, wenn ich mich, nachdem die Mittel dazu nunmehr in seine eigene Hand gelegt sind, hier auf eine kurze Darlegung des Ergebnisses dieser Prüfung beschränke, um so mehr da ich eine solche Darlegung bereits an einem andern Orte gegeben habe*).

Es besteht dieses Ergebniss hauptsächlich in dem Nachweis, dass von den früher durch empirische Analyse gewonnenen vier Racen zahmer europäischer Rinder nicht nur die von mir jeweilen als Primigenius-Race bezeichnete, sondern auch zwei fernere, die Trochoceros- und die Frontosus-Race innerhalb der Variationsgrenzen von Bos primigenius fallen, so dass ich nicht anstehe, sie als Descendenten dieser Stammspecies zu bezeichnen. Während aber die erstere, die Trochoceros-Race, sich noch an die natürlichen Formgrenzen von Primigenius hält und somit theilweise noch als blosse »Varietät« von Primigenius gelten mag, stellte sich die Frontosusform in jeder Beziehung als ein Culturproduct heraus, allerdings von solcher Constanz seiner erworbenen Merkmale, dass ich mich berechtigt halte, es eine durch Cultur erzielte neue Species zu nennen.

Weniger bestimmt lautet das Ergebniss für die Brachyceros-Race, an welcher

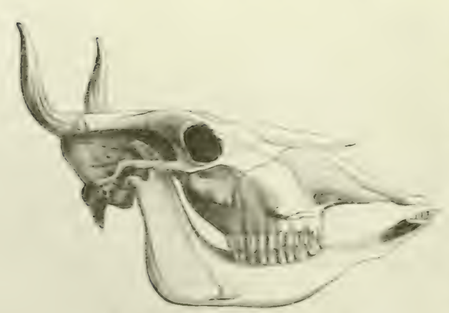
*) Ueber Art und Race des zahmen europäischen Rindes. Archiv für Anthropologie. 2. Heft 1866.

mancherlei Wirkungen der Cultur mit Merkmalen combinirt erscheinen, welche weder auf die Rechnung von Züchtung, noch bisher mit Bestimmtheit auf eine der bekannten wilden Species zurückgeführt werden konnten. Vorbehältlich neuer Erfahrungen muss ich somit Brachyceros als eine natürliche Species bezeichnen, deren Stammform uns in reinem Typus dermalen wohl noch unbekannt ist.

Mit diesem Resultat der anatomischen Untersuchung stimmt auch die historische Prüfung beider Racen vollständig überein. Es liess sich nachweisen, dass die eine, das Frontosus-Rind, von seinem Ausgangspunkte, Primigenius, sich successiv immer mehr entfernte und in seinen erworbenen Merkmalen consolidirte, während Brachyceros seine distinctiven Merkmale im Verlaufe der Geschichte zusehends einbusste. Jenes erscheint somit als eine neugebildete, dieses als eine untergehende Species, etwa wie das Torfschwein und das ziegenhörnige Torfschaf.

A. Primigenius - Race.

Vergleiche Fauna der Pfahlbauten Pag. 140. 201. 218. Archiv für Anthropologie Pag. 228. 236. 240. Fig. 3. 4. 5.



18. Primigenius-Race. Buljaling ♀. 1/6.

Unter diesem Namen vereinige ich alle die Schläge zahmen Rindviehes, welche die Merkmale des wilden Bos primigenius in noch erkennbarer Weise beibehalten haben. Die Grenzen der Gruppe sind somit, wie fast bei allen gezähmten Thieren unsicher; das Gepräge ist um so schärfer, je mehr wir uns dem Anfang der Zähmung nähern; es verwischt sich dagegen zusehends mit der

langern Andauer menschlichen Einflusses, und nur unter besondern Verhältnissen wird es sich bis in die Gegenwart unverändert erhalten haben. Es hat daher nichts Auffallendes, dass, während wir in den schweizerischen Pfahlbauten der Steinperiode wilde und zahme Primigenius-Thiere neben einander antreffen, die nur durch die primitivsten Erfolge der Zähmung (Verminderung der Muskelthätigkeit und — wenigstens in der Regel — Erleichterung der Ernährung) in der schon früher einlässlich geschilderten Weise*) von einander unterschieden sind, die zahme Primigenius-Race schon vor Ablauf der Periode der Pfahlbauten zusehends verschwindet und heutzutage in der Schweiz vollkommen erloschen scheint oder vielmehr durch die Frontosus-Race ersetzt ist.

Ebensowenig kann es überraschen, den ganzen Süden und Osten Europa's (die Umgebung des Mittelmeeres und Ungarn), wo die Rinderheerden noch theilweise in Verhältnissen leben, die vom wilden Zustand sich nicht sehr weit entfernen, von derselben Race bewohnt zu sehen, welche daselbst so reichliche Spuren ihres einstigen Daseins als Wildvieh hinterlassen hat. Allein auch im Norden von Europa findet sich Primigenius noch mit osteologisch leicht erkennbarem Gepräge längs der ganzen Küste der Ost- und Nordsee, von Dänemark bis Holland und England.

Wir können daher nicht zweifeln, dass, so wie die Ueberreste des wilden Bos primigenius über ganz Europa zerstreut sind, auch zahmes Primigenius-Vieh sich einst über dieses ganze Gebiet ausdehnte; ebenso aber muss eine von dem freien Zustand verschiedene Art der Ernährung und Lebensweise und die vielen damit meist in enger Verbindung stehenden directen Einflüsse der Züchtung (künstliche Frühreife) überall den primitiven Charakter der Species getrübt und verwischt haben, wo sie in energischerer und nachhaltiger Weise wirkten. Die vielen Schwankungen in dem gesammten Gepräge des heutigen Primigenius-Viehes und die unregelmässigen Grenzen seiner Verbreitung sind daher gleichsam der Abdruck der Schicksale, die es erfahren.

In dieser Beziehung hat bekanntlich eine seit alter Zeit berühmte Stelle die Aufmerksamkeit seit langem auf sich gezogen. Es sind dies die englischen Wild-Parks, in welchen Rinder-Heerden seit Jahrhunderten den gewöhnlichen Einflüssen der Züchtung und Kreuzung entzogenleben. Doch musste auch ich mich bisher auf die blosse Vermuthung beschränken, dass dieses sogenannte Wildvieh, der Urus sylvestris und Bison albus scoticus des Mittelalters, der unmittelbare Nachkömmling des Bos primigenius sein möchte. Erst jetzt sehe ich mich im Stand, diese Vermuthung des vollständigsten zu

*) Fauna der Pfahlbauten, pag. 28.

bestätigen und den Beweis zu leisten, dass es an Reinheit der Erhaltung des Wildvieh-Typus selbst den Budjading-Schlag Holsteins, der mir bisher als Prototyp der zahmen Primigenius-Race diente, übertrifft. Den ausdauernden und freundlichen Bemühungen von Charles Darwin und Prof. Andr. Ramsay verdanke ich den langersehnten Besitz von Schädeln aus zwei der berühmtesten Heerden jenes englischen Wildviehes.

Der eine stammt aus der von allen englischen Berichten als die am reinsten erhaltene Quelle bezeichneten Heerde in Chillingham-Park bei Berwick am Tweed, es ist ein Schädel (nebst der gesammten Wirbelsäule) eines völlig ausgewachsenen (M. 3 stark abgenutzt) weiblichen Thieres, den mir der Besitzer der Heerde, der Earl of Tankerville, auf Verwendung von Charles Darwin zum Geschenk machte.*) Den zweiten Schädel, ebenfalls einem erwachsenen weiblichen Thiere angehörig, und aus der Heerde von Lyme-Park, Cheshire (Besitz der Familie Legh) stammend, verdanke ich Herrn Prof. A. Ramsay**), ebenso wie einen dritten, demjenigen von Chillingham vollständig ähnlich, von Dolancothy, aus dem seit Alters gezähmten Schlag von Pembrokeshire, den alle englischen Autoren dem Wildvieh zunächst stellen.

---

*) Bezüglich der Literatur über die vielbesprochene Heerde von Chillingham Park verweise ich auf die bekannten Quellen

1. Cuvier, Ossemens fossiles IV. 1823, p. 116.
2. H. v. Meyer, über fossile Arten der Rinder. Nova Acta Acad. Nat. Cur. XVII. 1. 1835. p. 116.
3. A. Wagner, das Rind. Erlangen 1837, p. 108.
4. Youatt (Hering), das Rindvieh. Stuttgart 1838, p. 21.
5. Hindmarsh, Ann. Nat. Hist. II. 1839, p. 274.
6. M. Egerton, Ann. Nat. Hist. III. 1839, p. 241, wo das älteste authentische Datum für die Anwesenheit dieses Viehes auf das Jahr 1635 zurückgeführt ist.
7. Low, Hist. nat. des anim. domest. de l'Europe. Paris 1846, p. 11, Pl. I.
8. Vasey, Delineations of the Ox Tribe. London 1851, p. 140.
9. Gray, Catal. Brit. Mus. Ungulata furcipeda 1852, p. 17.

**) Ueber die Heerde von Lyme-Hall siehe D. Low a. a. O.

Prof. Ramsay schreibt mir darüber folgendes:

„J saw them last autumn (1863), and the so-called wild cattle live in a hilly part of it, which is to a great extent heathy. In colour they are between pale-dun and white. Popularly they would be called white, but they are by no means pure white. Respecting their use in the Park all I know is that they are said to have been wild there for 500 years, and no one knows how long before." Der Schädel selbst, von dessen weiblichem Geschlecht die tiefe Einschnürung an der Hornbasis auch ohne die directe Nachricht, die ich darüber erhalten habe, unzweideutiges Zeugniss ablegt, wurde erst einige Zeit nach dem Tode des Thieres zu meinen Gunsten ausgegraben, da keine Thiere aus der allmählig aussterbenden Heerde getödtet werden.



19. Primigenius-Race Budjading. ♀. $^{1}/_{6}$.

Bevor ich zu der Beschreibung der zwei unter sich auf den ersten Blick sehr auffällig verschiedenen Schädel aus den beiden Wild-Heerden gehe, bin ich so glücklich, bezüglich der am meisten besprochenen Frage, des »wilden« Ursprungs der Heerden, die nachfolgende Abhandlung hier einzureihen, die mir der gründlichste und urtheilfähigste Gewährsmann hierüber, Herrmann von Nathusius, auf meine Bitte schon vor einigen Jahren behufs der vorliegenden Arbeit einzuhändigen die Freundlichkeit hatte.

Ueber das englische „Wildvieh“

von

Hermann von Nathusius.

Hector Boethius, 1470 geboren und im Anfang des 16. Jahrhunderts Probst und Professor in Aberdeen, erzählt in seiner Geschichte von Schottland, deren erste Ausgabe 1526 zu Paris erschienen ist: »in dem Calydonischen Walde leben weisse Rinder, welche eine Mähne wie die Löwen haben, übrigens den zahmen Rindern sehr ähnlich sind, aber so wild und ungezähmt und den Menschen fliehend, dass sie Kräuter, Bäume und Gesträuch, an denen sie die Berührung der menschlichen Hand wittern, mehrere Tage vermeiden; sind sie aber, was schwierig ist, gefangen, dann sterben sie bald aus Traurigkeit. Ihr Fleisch sei sehr gut als Speise. Früher haben sie in dem ganzen Waldstrich gelebt (nasci solerent); jetzt werden sie nur noch in einem Theile, welcher Cummirnald genannt wird, gefunden, anderwärts sind sie vertilgt (gula humana ad internicionem redacti)«.

Diese Nachricht enthält ausser den eben angeführten Worten nur noch einiges über die frühere Ausdehnung des Calydonischen Waldes und die Erzählung über die Errettung des Robert Bruce, welcher einst durch einen wilden Bullen angegriffen sei, — sonst keinen Passus von Bedeutung für unsern Gegenstand.

Conrad Gesner nahm diese Nachricht mit den oben angeführten Worten in seine *historia animalium* auf (edit. 1603 lib. I. pag. 130), fügt auf eigene Rechnung nur den Namen *Bison albus*

scoticus vel calydonius hinzu und sagt, das Thier habe zwar eine Mähne wie ein Löwe, nicht aber einen Bart wie der gewöhnliche Bison des Oppian. Es findet sich ferner bei Gesner an der angeführten Stelle eine Abbildung von diesem weissen Bison, über deren Ursprung nichts mitgetheilt wird; dieselbe ist mehr als wahrscheinlich imaginär. Sie stellt einen castrirten Ochsen dar, im Vergleich zu der von einem zahmen Stier in demselben Buch gegebenen Abbildung nicht besonders plump, mit einem Schulterhöcker, sehr abschüssigem Kreuz, aufrechten, leichten Hörnern und der viel besprochenen Mähne am Halse; diese letzte besteht jedoch nur aus kurzen Locken und sieht nicht aus wie die Mähne des Löwen, wie man ihn zu jener Zeit, z. B. auf pag. 572 des Gesner'schen Werkes, abbildete.

Durch Gesner ist diese Nachricht in die zoologische Litteratur eingeführt und hat sich darin durch zwei Jahrhunderte behauptet.

Es sind bis jetzt Original-Nachrichten über den sogenannten weissen Bison, welche aus der Zeit vor oder bald nach Boethius stammen, nicht aufgefunden; als eine solche und als Bestätigung jener Angaben wird zwar eine Stelle in Bischoff Leslie's Buch: »*de Origine etc. Scotorum*« (*Romae* 1578) angeführt, dieselbe ist aber unzweifelhaft ein Excerpt der Worte des Boethius.

Die Gesner'sche Figur ist von Aldrovand, Jonston und vielen Andern copirt, zuletzt nochmals 1795 auf Tab. XIX der zu Neuwied herausgegebenen »Quadrupedes«.

Ich habe die erwähnten Schriften und viele andere aus dem 17. und 18. Jahrhundert vergeblich nach weiteren Nachrichten durchsucht, finde aber nichts als die Worte des Hector Boethius, wie sie durch Gesner in die zoologische Litteratur übergegangen waren, selbst nicht bei den englischen Autoren jener Zeit z. B. *Topsel, history of Quadrupeds. London* 1607.

Es wäre eine leichte aber nutzlose Arbeit einige Bogen mit Citaten zu füllen von englischen Büchern des 17. und 18. Jahrhunderts, in denen des weissen Rindes erwähnt wird: es findet sich nirgends eine exacte Beschreibung oder solche Nachrichten, welche die Kenntniss der Race fördern. Ich gehe deshalb nicht weiter auf die zum Theil aus den verbreitetsten Büchern, z. B. Schreber, bekannten Citate ein, und erwähne nur, dass nach einer Angabe Sibbald's (*Scotia illustrata. Edinburgh* 1684) das weisse Rind in einigen Berggegenden noch zu seiner Zeit wild gelebt habe; eine Angabe, welche isolirt dasteht, durch alle andern Berichterstatter widerlegt ist, und demnach weitere Beachtung nicht verdient. Auch ein Brief Forster's an Buffon, welcher in späteren Ausgaben als Nachtrag erschien, enthält nur die neue Angabe oder besser die Vermuthung, dass die damals in Schottland lebenden Bisonten die Mähne durch die Zähmung verloren haben.

Die erste auf eigner Anschauung beruhende, etwas ausführlichere Nachricht erhalten wir durch Vermittlung Culley's, eines Mannes, welcher in mancher Beziehung als der Reformator der Viehzucht betrachtet werden kann, jedenfalls aber der erste Schriftsteller seines Fachs in jener Zeit war. Sie ist enthalten in dessen *Observations on live stock etc. London* 1786. 2. Ausg. 1794. 3. Ausg. 1811. Die zweite Ausgabe ist in's Deutsche übersetzt von Daum (Ueber die Auswahl und Veredlung der vorzüglichsten Hausthiere. Berlin 1804). Diese Nachrichten beruhen aber nicht auf directen Beobachtungen Culley's, sondern sind eine wörtlich wiedergegebene Erzählung eines John Bailey, welcher Agent des Earl of Tankerville, des Besitzers des Chillingham Parkes, war und in Chillingham lebte. Später vereinigte sich Culley mit Bailey zur Herausgabe einer landwirthschaftlichen Beschreibung der Grafschaft Northumberland, welche in der ersten Ausgabe 1794 in der vom *Board of Agriculture* damals

veranstalteten Sammlung von Monographien erschien. Eine zweite, vermehrte Ausgabe erschien 1813 (*General view of the Agriculture of the county of Northumberland etc. London.*)

Dieses letzte Buch enthält auch die erste Original-Abbildung, von Bailey 1794 gezeichnet; ein kleines Bild, worauf ein Bulle und zwei Kühe im Lauf dargestellt sind, auf welche ein Jäger schiesst. Für die erwähnte deutsche Ausgabe hat der als Thierzeichner bekannte Witte eine Copie des Bailey'schen Bildes gestochen, auf welcher der Bulle und eine der Kühe genau wieder gegeben sind, die dritte Kuh weggelassen und die Scenerie verändert ist.

Die Nachrichten von Bailey lauten nun wie folgt: »Die wilde Race kann nur innerhalb Mauern oder guter Zäune gehalten werden, weil sie unzähmbar ist; deshalb trifft man dieselbe jetzt sehr selten an, nur in den Parks einiger Herren, welche sie als Curiosität zur Zierde halten; ich habe sie in Chillingham-Castle in Northumberland, einem Gute des Earl of Tankerville, gesehen; ihre Farbe ist unveränderlich, milchweiss, das Maul schwarz; die ganze Innenseite des Ohres und ungefähr ein Drittel der Aussenseite, von der Spitze nach unten, roth; die Hörner weiss mit schwarzen Spitzen, sehr fein und aufwärts gebogen; einige der Bullen haben eine dünne aufrechte Mähne, ungefähr 1½ oder 2 Zoll lang. Das Gewicht der Ochsen ist von 35—45 Stein, das der Kühe von 25—35 Stein die 4 Viertel.«

(Es enspricht dies 220—280 Kilogr. und 160—220 Kilogr. Schlachtgewicht und ist dies für vorliegenden Fall ungefähr die Hälfte des Gewichtes des lebenden Thieres.)

»Nach der Beschaffenheit ihrer Weide, und weil sie häufig durch Neugier Fremder aufgeregt wurden, kann man nicht erwarten, dass sie sehr fett werden sollten; die sechs Jahre alten Ochsen liefern jedoch gewöhnlich recht gutes Fleisch, und man kann daraus schliessen, dass die Thiere unter günstigen Umständen sich leicht füttern würden.«

»Bei dem ersten Anblick eines Menschen entfernen sie sich im vollen Galopp, auf ungefähr 200 Ellen »(à 3 Fuss)« Entfernung kehren sie um, und kommen kühn zurück, ihre Köpfe in drohender Art bewegend; plötzlich stehen sie in einer Entfernung von 40—50 Ellen still, blicken wild den Gegenstand ihrer Ueberraschung an, aber bei der geringsten Bewegung, welche man macht, kehren sie wieder um, und entfliehen mit derselben Geschwindigkeit, aber nicht bis zu derselben Entfernung, sie machen einen kürzeren Bogen und kehren mit drohenderer Geberde zurück; sie kommen näher, vielleicht bis auf 30 Ellen, stehen wieder still und fliehen noch ein Mal. Dies wiederholt sich mehrere Male; die Distanz wird kürzer, sie kommen näher und näher, bis sie zuletzt so nahe sind, dass man es für angemessen hält, sich zu entfernen und sie nicht weiter herauszufordern.«

»Die Art sie zu tödten war vielleicht der einzige, moderne Ueberrest der grossartigen Jagd alter Zeit. — Wenn es bekannt geworden war, dass ein wilder Bulle an einem bestimmten Tag getödtet werden sollte, kamen die Nachbarn beritten und mit Flinten u. s. w. bewaffnet, zuweilen 100 zu Pferde und 4—500 zu Fuss; diese standen auf Mauern oder stiegen auf Bäume, während die Reiter die Bullen von der übrigen Herde trennten, dann stieg einer der Schützen ab und schoss. Bei einigen dieser Jagden wurde 20—30 Mal geschossen, ehe das Thier erlegt war. Bei solcher Gelegenheit wurde das blutende Opfer wüthend von dem Schmerz seiner Wunden und dem wilden Freudengeschrei, welches sich ringsumher erhob. Wegen zahlreicher Unglücksfälle, welche sich ereigneten, ist diese gefährliche Art in späteren Jahren wenig angewendet, gewöhnlich erlegt der Parkwärter allein mit einer gezogenen Büchse das Thier auf einen Schuss«.

»Wenn die Kühe kalben, verbergen sie die Kälber für eine Woche oder zehn Tage an einem entlegenen Ort, und säugen sie dort 2 oder 3 Mal des Tages. Wenn sich Jemand den Kälbern nähert, legen diese den Kopf dicht auf die Erde und liegen so verborgen wie ein Hase im Lager; es ist dies ein Beweis ihrer natürlichen Wildheit, dieser wird bestärkt durch einen Umstand, welchen ich erlebte: ich fand ein 2 Tage altes, sehr mageres und schwaches Kalb versteckt: als ich seinen Kopf streichelte, scharrte es wie ein alter Bulle, blöckte laut, ging ein paar Schritte rückwärts und stiess nach meinen Beinen mit aller Kraft, dies wiederholte sich und als ich ihm auswich, verfehlte es mich, fiel und war so schwach, dass es nicht wieder aufstehen konnte, obgleich es mehrere Versuche machte. — Nun aber war die ganze Herde allarmirt, kam zu seiner Rettung herbei und nöthigte mich zur Flucht; die Kühe gestatten Niemand ihre Kälber zu berühren, ohne ihn mit ungestümer Wuth anzufallen«.

»Wenn ein Kalb castrirt werden soll, merkt sich der Parkwärter die Stelle, wo es verborgen ist, und wenn die Herde entfernt steht, nimmt er einen berittenen Gehülfen mit; sie binden ein Taschentuch um das Maul des Kalbes, um das Blöcken zu verhindern, und machen die Operation in gewöhnlicher Art so schnell als möglich«.

»Wenn ein Thier verwundet ist oder durch Alter und Krankheit schwach geworden, dann überfällt die Herde dasselbe und stösst es todt«. —

In der oben erwähnten landwirthschaftlichen Monographie von Northumberland ist diese eben mitgetheilte Nachricht wörtlich wiederholt, es ist darin nichts Neues enthalten als folgender Zusatz: »das wilde Rindvieh wird allein in Chillingham-Park gefunden; es ist wahrscheinlich, dass dies die einzigen Ueberbleibsel der wahren und ächten Race dieser Art von Vieh sind. Es ist uns zwar nicht unbekannt, dass in zwei oder drei Parks des Königreichs Zuchten gefunden werden, welche man wildes Vieh nennt; wir glauben aber, dass diese durch Kreuzung verunreinigt sind, und dass die von Chillingham-Park die einzigen Ueberreste sind, welche der von Boethius gegebenen Beschreibung dieser Viehart entsprechen«. —

Ich habe vorstehend den aus Chillingham selbst stammenden Originalbericht deshalb wörtlich angeführt, weil er seit seinem Erscheinen bis vor kurzer Zeit für fast alle zoologischen und zootechnischen Schriften die einzige authentische Quelle war. Auch in dem fleissig zusammengetragenen Werk von Youatt (*Cattle, in Library of useful Knowledge*) findet sich wesentlich nicht mehr.

Später hat Lord Tankerville, ein Glied der Familie, in deren Besitz Chillingham-Park ist, in einem Brief an Hindmarsh Mittheilungen über das wilde Rindvieh gemacht, welche von letzterem bei der Bristol Association 1838 vorgelesen wurden.

Einen Abdruck dieses Vortrags finden wir in *Fenell's history of British and foreign Quadrupeds. London* 1843, pag. 530 pp.; auch ist derselbe in Martin's Monographie (*Farmers library. Animal economy. vol. I. London s. a. pag.* 18) abgedruckt; und in's Deutsche übersetzt durch Froriep (Neue Notizen X, 1839, Nr. 201).

Es geht aus diesem Bericht das Bestreben hervor, nachzuweisen, dass Chillingham allein im Besitz der reinen, unvermischten Race sei; wie wir oben sahen, hatte auch Bailey, welcher zu dem Gegenstand in persönlicher Beziehung stand, dieselbe Tendenz. In Bezug hierauf ist mehrfach Widerspruch erhoben, namentlich hat W. Patrik in einem mir im Original nicht zugänglich gewesenen Aufsatz behauptet, dass Lord Tankerville's Angaben über das Vieh in Cad-

zow-Forest in Lanarkshire nicht richtig seien; über dieses werden wir einen Originalbericht gleich mittheilen. —

Die Nachrichten Lord Tankerville's lauten aber wörtlich:

»Das Vieh ist schön gestaltet, hat kurze Beine, einen geraden Rücken, Hörner von sehr feiner Textur, eine so feine Haut, dass einige der Bullen rahmfarbig (cream) erscheinen; der Ton ihrer Stimme ist mehr der eines wilden Thieres als der gewöhnlichen Vieh's; sie sind grimmig (fierce), wenn man ihnen Gewalt anthut, im Allgemeinen aber sehr furchtsam und entfernen sich, wenn sie Jemand auch nur von ferne sehen; dieses jedoch gestaltet sich sehr verschieden in verschiedenen Jahreszeiten, je nach der Art, wie man sich ihnen nähert. Im Sommer habe ich sie einige Wochen hindurch nicht zu Gesicht bekommen, bei der geringsten Annäherung ziehen sie sich an eine Waldesstelle zurück, welche ihnen als Freistatt dient. Im Winter dagegen, wenn sie im innern Park ihrer Nahrung nachgehen und mit Menschen in Berührung kommen, gestatten sie, dass man beinahe mitten unter sie kommt, vorzüglich, wenn man zu Pferde ist. Aber auch dann haben sie tausend Eigenthümlichkeiten. Zuweilen, wenn sie ruhig fressen und Jemand plötzlich in ihre Nähe kommt, vorzüglich unter dem Winde, werden sie plötzlich von einem Schrecken ergriffen, galoppiren davon, ein Stück hinter dem andern herlaufend, und stehen nicht eher still, bis sie in dem Wald angekommen sind. Man kann bemerken, dass sie, wie die Rothhirsche, in eigenthümlicher Art die Unregelmässigkeit des Terrains zu benutzen wissen, so dass sie, wenn sie beunruhigt werden, den ganzen Park durchlaufen, fast ohne zu Gesicht zu kommen. Ihre gewöhnliche Art sich zurück zu ziehen ist, dass sie sich langsam erheben, erst im Schritt, dann im Trab sich entfernen und selten eher zu galoppiren anfangen, bis sie in der beschriebenen Art Terrain gewonnen haben.«

»Wenn sie in den niedriger gelegenen Theil des Parkes kommen, welches zu gewissen Stunden geschieht, marschiren sie wie ein Regiment Cavallerie in einzelnen Reihen, die Bullen voran, beim Rückzug bilden diese den Nachtrab. Lord Ossulston war Zeuge des sonderbaren Benehmens, mit welchem sie Besitz von einem ihnen neulich eröffneten Weidegrund nahmen. Es war gegen Sonnenuntergang; sie besetzten den Rand eines kleinen Gehölzes, und nahmen dann plötzlich einen Anlauf alle in einer Frontlinie, dann breiteten sie sich aus und nach kurzer Zeit begannen sie zu fressen*)« —

Es folgt die Erzählung von dem Angriff, welchen einst ein gereizter Bulle auf den Wärter machte, welchen man erst durch sechs oder sieben Schüsse tödten konnte. Es wird ferner erzählt, dass die Thiere während der Nacht fressen und am Tage sich sonnen oder schlafen, und dass sie ihre Jungen verbergen. Schliesslich finden wir noch folgende beachtenswerthe Aeusserung:

»Mit allen Kennzeichen edler Züchtung (high breeding) verbinden sie auch einige Mängel derselben. Sie sind wenig fruchtbar und einer Krankheit (rush) sehr unterworfen, welche sich bei allen Thieren einfindet, die aus Verwandtschaftszucht hervorgegangen sind, und dieses ist unzweifelhaft geschehen, so lange man Nachricht über dieselben hat.« —

Einen Original-Bericht über das weisse, wilde Vieh liefert ferner R. Brown, Kämmerer

---

*) Diese Scene beschrieb mir auch neuerlich brieflich in durchaus ähnlicher Weise Admiral G. A. J. Harris, der gegenwärtige brittische Gesandte in der Schweiz. L. Rütimeyer.

des Herzogs von Hamilton, im 4. Bande von *Jardine's naturalist's library. Edinburgh* 1836. *pag.* 198. Das Wesentliche dieses Berichtes folgt hier:

»In der Nachbarschaft von Hamilton in Lanarkshire wird eine Herde seit langer Zeit gehalten. Der Park, in welchem sie lebt, gehörte früher zu dem königlichen Schlosse Cadzow, in welchem die alten Könige von Strathclyde häufig residirten. Er enthält sehr alte Eichen; einige derselben sollen im Jahre 1140 gepflanzt sein. Der Park umfasst ungefähr 1300 schottische Acres. Jetzt besteht die Herde ungefähr aus 60 Stück; man ist bemüht eine Vermischung mit zahmen Bullen zu verhindern, wenn aber eine solche dennoch vorkommt, wird das junge Thier getödtet. In ihrem Betragen gleichen sie dem Damwild mehr als irgend ein anderes Hausthier.«

»Diese Hamilton-Zucht weicht in vielen Punkten von allen anderen bekannten ab; die Thiere sind grösser und robuster als die vom Chillingham-Park, auch die Färbung ist abweichend, der Körper ist falbweiss (dun-white), die Innenseite der Ohren, das Maul und die Hufe sind schwarz, der vordere Theil des Beines vom Knie abwärts schwarz gefleckt. Die Kühe haben selten Hörner; ihr Körper ist dick und kurz, ihre Köpfe viel runder als in der Tankerville-Zucht. Das Maul ist inwendig schwarz oder schwarzgefleckt; die Zunge ist schwarz, sie ist verhältnissmässig etwas grösser als bei der gemeinen Kuh, und der hohe Kamm auf der Oberfläche, nahe an dem Ursprung der Zunge, ist auch sehr hervorragend. (?) Es ist zu bemerken, dass diejenigen Kälber, welche nicht die gewöhnliche Zeichnung tragen, entweder ganz schwarz, ganz weiss, oder schwarz und weiss sind, niemals aber roth oder braun. Die kleineren Kühe wiegen nur 15 Stein, einige grössere Bullen bis zu 45 Stein.« (Wenn hier nicht eines der in Schottland vorkommenden localen Gewichte gemeint ist, würde diese Angabe ungefähr einem Gewichte des lebendigen Thieres von 200—600 Kilogr. entsprechen.)

»Der Umstand, dass die Thiere immer in naher Verwandtschaft gezüchtet sind, dass sie so häufig beunruhigt werden, dass sie so lange den Unbilden der Witterung ausgesetzt gewesen sind, und immer auf demselben Weidegrund blieben, hat unzweifelhaft zu der Verschlechterung der Race geführt und hat die Thiere in Grösse und anderen Eigenschaften zurückgebracht*).«

»Es ist nicht zu ermitteln, zu welcher Zeit die Herde nach Cadzow gebracht ist. Während der Unruhen nach dem Tode Karl's I. und der Usurpation Cromwell's war die Herde beinah ausgerottet; aber eine Zucht derselben war durch Dalzelle und Lord Elphinstone aufbewahrt worden, und so wurden sie später in ihrer originalen Reinheit wieder hergestellt. Man hat Beispiele, dass sie jung eingefangen, gezähmt und sogar als Milchkühe benutzt sind. Sie haben gewöhnlich 13 Paar Rippen, man hat jedoch auch schon, aber sehr selten, beim Schlachten 14 Paare gefunden. In Schottland ist nur diese eine Herde vorhanden.« —

In den vielen Schriften neuerer Zeit, zoologischen oder landwirthschaftlichen Inhalts, welche des weissen Rindviehs Erwähnung thun, findet sich nichts Neues, ich unterlasse deshalb die Mittheilung zahlreicher Citate, welche vorliegen.

Im Allgemeinen geht aus den Mittheilungen, welche von Besitzern dieser Thiere oder solcher

*) Auch der vorerwähnte Admiral Harris schreibt mir darüber: „I have seen the breed in Hamilton-Park, which is in every way inferior to the Chillingham-breed, and which have the drooping look of tame cattle". L. Rütimeyer.

Männer, welche zu ihnen in persönlicher Beziehung standen, die Absicht hervor, die Thiere als einen merkwürdigen und seltenen Ueberrest alter Grundherrlichkeit darzustellen. Es finden sich jedoch auch andere Stimmen, welche den Nimbus zu zertheilen suchen, in welchen man dieselben gehüllt hat. Zu diesen gehört namentlich V a s e y (*Delineations of the ox tribe. London* 1851). (Nebenbei gesagt, ist das Buch unter dem Titel: »*A Monograph of the Genus Bos. London* 1857« eine unveränderte Ausgabe mit neuem Titel.)

V a s e y kennt die Rinder des Chillingham-Parks aus eigener Anschauung, er hat sich auch mit C o l e, dem 1844 lebenden Wärter derselben in mündlichen und schriftlichen Verkehr darüber gesetzt. Er sagt: »Es ist nicht schwer zu zeigen, dass man für Thatsachen ausgegeben hat, was nur Fictionen waren, und dass man aus richtigen Beobachtungen Schlüsse gezogen hat, welche in keiner Art mit den Thatsachen übereinstimmen«. Er führt zunächst an, dass die Thiere keineswegs unzähmbar sind, wie man behauptet hat: »die jung eingefangenen Kälber werden so zahm wie ein gewöhnliches Hausrind; sie sind dann so leicht und schnell zu mästen wie ein Shorthorn-Rind«.

H i n d m a r s h erzählt (in dem oben erwähnten Bericht), »dass er einen gezähmten Ochsen von dieser Art gekannt habe, welcher 18 Jahr alt wurde, und eine Kuh, welche 5 oder 6 Jahr lebte; sie gab wenig, aber sehr reiche Milch, man zog von ihr Nachkommen von einem gewöhnlichen Bullen.«

»Es sei unter den Landleuten in der Nachbarschaft von Chillingham sehr wohl bekannt, obgleich man sich bemühe, es zu verheimlichen, dass die wilden Kühe im Park nicht selten verschiedentlich gefleckte Kälber werfen. Auch die rothen Ohren seien keineswegs ein constantes Kennzeichen, es seien viele Kälber ohne dieselben geboren und nach B e w i c k's Bericht habe man früher einige Thiere mit schwarzen Ohren in der Herde gehabt, diese seien getödtet. Auch die Bekleidung einiger Bullen mit einer Mähne sei eine Fabel; C o l e, welcher mehr als 40 Jahre Wärter der Thiere war, versichert bestimmt, dass eine Mähne nicht vorkomme, wohl aber etwas lockiges Haar auf dem Halse.«

»Auch sei die zuerst von C u l l e y beschriebene Art des Rückzugs oder Angriffs durchaus nicht zutreffend. Er selbst, V a s e y, habe nur gesehen, dass sich die Thiere in den dichteren Theil des Waldes zurückziehen, wenn man sie beunruhigt, und ihr alter Wärter versichert, nie etwas von wiederholten Wendungen gesehen zu haben, wie es C u l l e y beschrieben habe.« — Es ist sehr wohl möglich, dass bei besondern Ereignissen, durch welche die Thiere ungewöhnlich aufgeregt waren, Bewegungen der Art vorgekommen sind, wie sie früher von Bailey beschrieben wurden; es kommt ähnliches bei unserm gewöhnlichen Hausrind vor, wenn dasselbe im Affect zwischen Furcht und Angriffsmuth schwankt. Alle Beobachter stimmen darin überein, dass solche Bewegungen nicht charakteristisch für das Parkvieh sind. —

»Nach einer Erzählung des 1845 lebenden L o r d T a n k e r v i l l e sei im Anfang der Lebenszeit seines Vaters die Zahl der Bullen in der Herde ein Mal auf drei reducirt gewesen, zwei derselben kamen durch gegenseitigen Kampf um, der dritte zeigte sich impotent; es hing demnach die Erhaltung der Herde von dem Umstand ab, dass zufällig eine der trächtigen Kühe ein männliches Kalb gebar.«

V a s e y berichtet nach C o l e's Angabe, dass die Thiere 13 Rippen haben, 30 Wirbel vom Schädel an gezählt und 20 im Schwanz; dass die Kuh ebenso lange trächtig sei wie das Hausrind; dass eine bestimmte Brunstzeit nicht vorkomme, im Gegentheil Kälber in jeder Jahreszeit

geboren würden. Schliesslich wird noch erwähnt, dass man auch Kälber von wilden Bullen und zahmen Kühen gezogen habe.

Vasey zieht den Schluss, dass das weisse Chillingham-Vieh von dem schwarzen Hausrind der Hochlande (Kyloe) nur durch die Farbe verschieden sei, und dass in allen übrigen Punkten zwischen beiden Formen eine grössere Uebereinstimmung herrsche, als zwischen irgend zwei anderen Zuchten Grossbritanniens.

Mit diesen Auszügen sind alle Originalnachrichten erschöpft, welche ich über das weisse Rind habe auffinden können; dieselben sind zum Theil oft copirt, und hin und wieder findet man zwar Erzählungen von Leuten, welche selbst einen Besuch in den Parks gemacht haben, aber irgend welche Beobachtung oder Angaben, welche nicht in den hier zusammengestellten Auszügen enthalten wären, habe ich nicht aufgefunden.

Es schien mir besonders wichtig, die ältesten Nachrichten aufzusuchen, welche über die Rinder Englands vorhanden sind.

Die oft citirten Angaben Caesar's über dasjenige Vieh, welches er bei seiner Landung unter den Bewohnern in grosser Zahl verbreitet fand, geben keinen Anhalt in Bezug auf die Race, welche uns hier beschäftigt.

Nach einer von Low (*Illustrations of the Breeds of the domestic Animals. Ox. pag.* 3) aufgefundenen Nachricht wird in Gesetzen Howell Dha's im 10. Jahrhundert weisses Vieh mit rothen Ohren erwähnt, welches in Wales gehalten wurde*). Für gewisse Vergehen gegen die Landesfürsten wurden 100 weisse Kühe mit rothen Ohren als Ersatz bestimmt, statt deren waren 150 Stück zu geben, wenn sie von schwarzer Farbe waren. In einer von Holinshed citirten Chronik von Flandern wird gesagt, dass die Gemahlin des Lord de Breuse der Königin, um den beleidigten König Johann auszusöhnen, 400 Kühe und 1 Bullen, alle von weisser Farbe und mit rothen Ohren, zugeschickt habe.

Ich finde in einem Gesetz des Königs Cnut, welches in *Spelmann's Glossarium archaiologicum. Ed.* 3. *Londini* 1687, *pag.* 241, § 27 abgedruckt ist, eine Stelle, welche ich hier wörtlich mittheile, da sie auch in anderer Beziehung zoologisch interessant und meines Wissens noch nicht benutzt ist**):

---

*) In der 1840 erschienenen Sammlung der unter den angelsächsischen Königen von Aethelbirht bis Cnut erlassenen Gesetze, *Ancient Laws and Institutes of England*, kann ich diese Stelle nicht finden. Die hier gesammelten Gesetze von Howell Dha erwähnen als wild keine anderen Thiere als Hirsch, Reh, Schwein, Marder, Biber, Fuchs, Hermelin etc. Allein gerade die Einlässlichkeit dieser Gesetze macht allerdings das Fehlen aller Erwähnung von wilden Rindern sehr auffällig. Das Rind wird in denselben nur als zahmes Thier erwähnt, allein nur aus Anlass seiner Hörner, welche als bovina und bubalina unterschieden werden (weiblich und männlich?) und als Jagdhörner, Trinkhörner etc. dienen. L. Rütimeyer.

**) Siehe auch „Constitutiones de Foresta“ in Ancient Laws and Institutes of England. Laws of king Cnut. p. 183. L. Rütimeyer.

»Sunt aliae (praeter feras forestae) bestiae, quae dum inter septa et sepes forestae continentur, emendationi subjacent: quales sunt capreoli, lepores et cuniculi. Sunt et alia quamplurima animalia, quae quanquam infra septa forestae vivunt, et oneri et curae mediocrium subjacent, forestae tamen nequaquam censeri possunt, qualia sunt bubali, vaccae, et similia. Vulpes et lupi, nec forestae, nec veneris habentur, et proinde eorum interfectio nulli emendationi subjacet. Si tamen infra limites occiduntur, fractio sit regalis chaccae, eo mitius emendetur. Aper vero quanquam forestae sit, nullatenus tamen animal veneris haberi est assuetus.«

Es bedarf die Stelle einiger Erläuterungen. Das erwähnte Gesetz gibt *sanctiones* oder *constitutiones de foresta*. Unter *foresta*, *forestis*, *forestum*, auch *forasta* wird, im Gegensatz zu dem sonst üblichen Sinne, in welchem es einfach Wald bedeutet, von den Engländern jener Zeit verstanden: »ampla ruris portio, deserta plerunque et nemorosa, alendis feris regiis exposita: nullo saepemento at certis terminis, certisque legibus, magistratibus, judicibus, officialibus et ministris valde insignis et communita«. Es ist demnach klar, dass nicht etwa von einem intacten Urwalde die Rede ist, sondern im Gegentheil von einem künstlichen Wildgehege. Ein solches Gehege war Privilegium des Königs.

In welcher Ausdehnung solche forestae gehalten und neu angelegt wurden, geht unter anderm daraus hervor, dass, wie aus der Geschichte Englands (z. B. Lappenberg's II. pag. 160) bekannt ist, Wilhelm I. im 11. Jahrhundert den bis in die neuere Zeit bekannten New-Forest bildete, indem er mehr als 60 Kirchspiele im wohlhäbigsten Theile Englands dazu bestimmte und Kirchen und Dörfer in diesem Umkreis niederbrennen liess.

Der Ausdruck: »curae mediocrium« wird in dem Gesetz selbst, §. 2, dahin erklärt: »sint sub quolibet horum« (nämlich anderer Angestellten) »quatuor ex mediocribus hominibus, quos Angli les pegent, »les pegenes« nuncupant, Dani vero Yoongmen vocant, locati, qui curam et onus tum viridis tum veneris suscipiant«.

Es werden also in diesem Gesetz klar und bestimmt unterschieden:

1. Thiere des Waldes als Rehe, Hasen und Kaninchen:
2. Eigentlich wilde Thiere: Füchse und Wölfe; und
3. solche Thiere, welche nicht zu den eigentlichen Waldthieren gerechnet werden können, als bubali, vaccae und ähnliche.

Es ist wohl mehr als wahrscheinlich, dass die Worte bubali und vaccae hier nur den Geschlechtsunterschied ausdrücken. Das Wort bubalus wird bekanntlich in jener Zeit im verschiedensten Sinne gebraucht, und dass wir dabei nicht an den ächten Büffel denken dürfen, ist unbestritten.

In der Foresta jener Zeit haben wir offenbar den modernen englischen Park; dieser erscheint jetzt in jeder Beziehung im verkleinerten Massstabe und in einer dem Gemeinwohl weniger gefährlichen Gestalt. Es ist zu beachten, dass die weissen Rinder noch heutzutage Forest breed genannt werden.

Im 11. Jahrhundert ist also von eigentlich wildem Rindvieh nicht mehr die Rede; das sogenannte wilde Rindvieh der Forestae war in demselben Zustand, in welchem heutzutage in deutschen Wildgehegen mancherlei Wild, selbst Mouflons und Zackelschafe gehalten werden. In ganz ähnlicher Art kennen wir in demselben Sinne wilde Pferde in Deutschland, z. B. in Westphalen, noch in viel späterer Zeit. Es fehlt an jedem klaren Ausspruch, selbst an jeder Andeutung darüber, in welcher Beziehung diese Rinder zu dem Rind intacter Urwälder standen.

Die Herstellung der Forestae jener Zeit war immerhin eine Culturmassregel, wenn auch in sehr einseitigem Sinne. Es wird uns kein Aufschluss geboten über Abstammung jener Rinder von einer Art, welche früher ohne alle Beziehung zu dem Menschen in Urwäldern vorhanden gewesen sein mochte. Es ist wohl hier der Ort, daran zu erinnern, wie leicht und in welcher Ausdehnung das Hausrind in den Zustand der Wildheit übergehen kann. Die Geschichte der Entstehung der verwilderten Rinderherden in Amerika ist zwar noch nicht so genau verfolgt, als es wünschenswerth wäre, dennoch bietet sie unzweifelhafte Belege dafür, dass aus dem Hausrind leicht und schnell ein verwildertes Thier werden kann. Aus neuester Zeit aber haben wir die klarsten Belege für diese Thatsache aus Neuholland. —

Was nun die noch heute vorhandenen wenigen Reste sogenannter wilder Rinder in den englischen und schottischen Parks betrifft, so haben wir, nachdem durch Herrn Professor Rütimeyer die osteologischen Verhältnisse derselben festgestellt sind, hier zuerst deren äussere Gestaltung und demnächst ihre Lebensart in Betracht zu ziehen.

Diese weissen Rinder machen in keiner Beziehung auf den Beschauer den Eindruck eines wilden Thieres. Sie gleichen in Gestalt, Grösse, Form der Hörner und überhaupt in jeder Beziehung vollkommen den Racen, welche man in England mittelhörnige, im Gegensatz zu kurz- und langhörnigen, nennt. Mehrere der Formen im östlichen England zwischen dem Severn und Solway-firth sind ihnen vollkommen ähnlich. Die Mähne, nachdem sie von der Löwenmähne der alten Berichterstatter auf lockiges Haar an Hals und Kopf zurückgeführt ist, ist nichts besonderes. Längere, lockige Haare an Hals und auf der Stirn sind sehr häufig bei den Bullen aller Racen, welche weicheres und längeres Haar im Gegensatz zu dem kurzen und straffen, namentlich unserer Gebirgsracen, haben. Nicht selten zeigen z. B. edle Shorthorn-Bullen im Winterkleid eine mähnenartige Verlängerung des Halshaares. Einige Racen, namentlich die Rinder der schottischen Hochlande, machen in jeder Beziehung, im Habitus und sogar im Benehmen, vielmehr den Eindruck eines wilden Thieres als diese sogenannten wilden Rinder.

Was die Farbe betrifft, so ist zunächst hervorzuheben, dass in ähnlichen klimatischen Verhältnissen, wie diejenigen sind, unter welchen diese Thiere jetzt leben, oder seit tausend Jahren gelebt haben, wirklich wilde Säugethiere milchweisser Farbe gar nicht vorkommen; wir finden die weisse Farbe entweder nur an Polarthieren oder als Winterkleid in höher gelegenen Landstrichen. Abgesehen von den Albinos, zu welchen diese Rinder nicht gerechnet werden können, kommen unter den wilden Säugethieren weisse Spielarten nur als grosse Seltenheit an einzelnen Individuen, nicht aber als erbliche Varietäten, vor. Bei dem Damhirsch finden wir allerdings unter vielen Farbenabweichungen auch weisse Individuen; wir können aber diese Hirschart wenigstens für das nördliche Europa auch nicht als ein ursprünglich wildes Thier betrachten. Sie wird überall mehr oder weniger künstlich als Jagdthier gehalten, in ganz ähnlicher Art wie jene Wald-Rinder früher gehalten wurden und noch jetzt gehalten werden. Ueber die Färbung des Damwildes in denjenigen Landstrichen, in welchen es wahrscheinlich seine natürliche Heimat hat, fehlen zuverlässige Nachrichten*).

---

*) Ich erlaube mir hier zu erinnern, dass weisse Farbe auch anderwärts am Rindvieh beobachtet ist. Allerdings ist das Weiss vieler ungarischer und noch mehr italienischer Ochsen noch weit von Milchweiss verschieden, obschon ich in Sicilien häufig sehr weisse Ochsen gesehen habe. In neuerer Zeit sind wir in-

Muss uns die weisse Farbe an sich bedenklich machen über d e Ursprünglichkeit derselben bei diesen weissen Rindern, so ist der Umstand noch gewichtiger, dass dieselbe begleitet ist entweder, wie bei allen jetzt bekannten Herden, von verschiedentlich gefärbten Ohren oder gar, wie bei der Hamilton-Herde, von unregelmässig gefleckten Füssen. Es ist nämlich diese Farbenzeichnung nicht etwa eine bestimmt begränzte, wie sie z. B. bei dem Banting erscheint, oder überhaupt eine generisch motivirte, wie z. B. bei den verschiedenen Pferderacen Streifung des Rückens und der Füsse zuweilen und namentlich bei neugebornen Thieren vorkommen, wo sie alsdann bald verschwinden, — es ist vielmehr das Vorkommen unregelmässiger, dunkler Flecke auf weissem Grunde für die Säugethiere ein charakteristisches Kennzeichen des Hausstandes.

Es ist ferner zu beachten, dass nach allen aufrichtigen Berichten von diesen Kühen zuweilen schwarze oder gescheckte Kälber geboren werden; man tödtet diese, um in der Herde die weisse Farbe zu erhalten. Demnach ist diese ein Produkt absichtlicher Züchtung.

Es muss ferner besonders beachtet werden, dass in einigen dieser Herden die Kühe meistentheils hornlos sind. Von der jetzt noch vorhandenen Hamilton-Herde wird dies authentisch und bestimmt berichtet; auch aus andern, kleineren Zuchten, über welche neuere Nachrichten fehlen, erfahren wir dasselbe; Low führt z. B. an, dass die Herde in Ribbesdale hornlos gewesen sei.

Nach unserer jetzigen Einsicht müssen wir annehmen, dass das Fehlen der Hörner bei dem Hausrind nicht von der Abstammung einer wilden, ursprünglich hornlosen Art abzuleiten, sondern Folge des Culturzustandes ist. Ein Verschwinden der Hörner tritt entweder auf, wo das Rind an der Gränze seines Verbreitungsbezirkes, z. B. im hohen Norden und in Island, verkrüppelt, oder aber, wenn mit Benutzung der Individual-Potenz der Vererbung hornlose Racen künstlich gebildet werden.

Was nun den angeblich wilden Character in der Lebensart dieser Thiere betrifft, so wird nichts berichtet, was in dieser Beziehung auf einen Unterschied von den Eigenthümlichkeiten des Hausrindes hinweist. Das Hausrind behält fast unter allen Umständen eine gewisse Wildheit. Der ältere Stier ist immer leicht zu reizen, und bald bereit sich zur Wehr zu setzen oder anzugreifen. Selbst in Herden, welche den grössten Theil des Jahres angebunden im Stalle

---

des auf eine Race aufmerksam gemacht worden, die von allen Gewährsmännern als rein milchweiss bezeichnet wird. Dahin gehören die angeblich „wilden" Ochsen, welche der König von Italien dem zoologischen Garten in London schenkte; mächtige Thiere von rein milchweisser Farbe, mit weissen Ohren und weissen Hörnern, allein mit schwarzen Hornspitzen, schwarzer Nase, Augen und Schwanzquaste. Eine Abbildung gab „The Field, the Country Gentlemans Newspaper", Vol. XXI, Nr. 524, 10. Januar 1863 mit der Bemerkung, dass die Thiere dem Wildvieh von Chillingham merkwürdig ähnlich seien, allein an der Basis des Halses eine Art Höcker ähnlich, wenn auch schwächer, wie das Zebu trügen. Die Photographie eines dieser Thiere, die ich Charles Darwin verdanke, stellt ein männliches Thier dar, mit kurzen, direct auswärts gerichteten Hörnern und mit einem Halshöcker, wie er bei starken Stieren auch unserer schweizerischen grössern Racen etwa vorkömmt, lässt aber die Farbe als rein weiss erscheinen. Prof. de Filippi in Turin gab mir über diese Thiere die Auskunft, dass sie einer zahmen Race angehören, die hauptsächlich in Val di Chiana (bei Arezzo) einheimisch, allein auch in Umbrien und in den Marken verbreitet ist. Sie erreichen eine sehr bedeutende Grösse und sind oft ganz weiss. L. Rütimeyer.

zubringen, entsteht eine Aufregung, wenn sich auf der Weide ein Fremdling oder gar ein fremder Hund dazwischen begibt; es entstehen nicht selten gefährliche Zustände auf diese Art. Ich selbst bin einst in einem Park im nördlichen England von einer kleinen darin gehaltenen Herde zwerghafter Zebu's angegriffen worden. Selbst weibliche und jüngere Thiere werden durch rohe Behandlung leicht wüthend; ich habe es erlebt, dass ein junges im Stalle erzogenes Rind dem Transporteur entlief und nach mehrtägigen Bemühungen, dasselbe wieder einzufangen, so boshaft wurde, dass es selbst ohne Herausforderung Leute angriff, welche ihm im Walde begegneten. Auch das Betragen junger Kälber, welches als ein Zeichen von Wildheit hervorgehoben ist, hat nichts ungewöhnliches, man kann ähnliche Bewegungen zuweilen an Kälbern beobachten, deren Vorfahren viele Generationen hindurch im Stalle gehalten sind. Dass das relativ freie Leben in einem abgeschlossenen grossen Park Einfluss auf das Betragen der Thiere hat, ist natürlich. Es unterscheidet sich aber darin jenes weisse Rind nicht von jedem andern; so hat z. B. Mr. Howard in Grey Stoke Castle in Cumberland in seinem dortigen Park eine Herde von 200 Stück »gold- und silbergrauen« Viehs der Argyleshire Race, von diesen sind einige so wild wie Hirsche (Journ. roy. agr. Soc. XIII. 2, 253). Ich habe oben schon erwähnt, dass man in gleicher Art in England Zebu's hält, welche eben dieselben Manieren in den Parks annehmen.

Es bliebe demnach nur die angeblich andere Stimme, von welcher Lord Tankerville sagt, sie gleiche mehr der eines wilden Thieres als der des gewöhnlichen Rindes. Es wird auf diesen nicht sehr exacten Ausdruck kein grosses Gewicht zu legen sein. Die Töne des zahmen Rindes sind nach Alter, Geschlecht und Affect sehr verschieden und ein gereizter Stier im Hausstande lässt zuweilen Töne hören, welche selbst in der Wildniss Schrecken erregen können.

Nach alle dem scheinen 'wesentlich charakteristische Eigenthümlichkeiten, welche dieses sogenannte wilde Rind von dem Haus-Rind unterscheiden, nicht vorhanden zu sein.

Es ist aber unzweifelhaft, dass weisse Rinder, vollkommen ähnlich den sogenannten wilden, noch jetzt als Hausthiere in Wales, besonders in der Grafschaft Pembroke, gehalten werden.

Nach Low's Angabe war dies noch vor Kurzem in grösserer Ausdehnung der Fall als jetzt und es leben noch Leute, welche sich erinnern, dass ganze Herden dieser weissen Zucht aus Pembroke auf die Weiden am Cevern und auf die benachbarten Viehmärkte häufig getrieben wurden. Jetzt ist in jener Gegend schwarzes Vieh häufiger, welches übrigens in der Gestalt, namentlich auch in der Form und Richtung der Hörner dem weissen Vieh des Chillingham-Parks vollkommen gleich ist.

Low hat in seinem bekannten Prachtwerk auf Tafel I unter dem Namen: *»wild or white forest breed«* eine **Hauskuh** aus Haverford West in Pembroke abgebildet, und sagt ausdrücklich, dass, dem Originale ähnliche, viele in Wales vorhanden seien. Bei dem Copiren dieser Abbildung ist dieses immer übersehen. Erst als Supplement zu dem Werk gibt Low die Abbildung eines Bullen aus dem Chillingham-Park.

Wir kommen zu dem Schluss unserer Betrachtung.

Es konnte für Niemand, dessen Auge einigermassen, wenn auch nur auf Unterscheidung der äussern Form der Rinder-Racen, geübt ist, zweifelhaft sein, dass das weisse sogenannte wilde Rind der englischen Parks in nächster Beziehung zu einigen, allgemein im Hausstande gehaltenen Zuchten steht; die Arbeit des Herrn Professor Rütimeyer, welcher sich diese Notiz anschliesst, hat den wissenschaftlichen Beweis dafür endlich geliefert, und die Meinung auf immer widerlegt, welche noch vor Kurzem immer wieder auftauchte, dass man es mit einem Bison zu thun haben möchte.

Anders steht es mit der Frage, in welcher Beziehung dieses sogenannte wilde Rind zu denjenigen Formen der Gattung steht, welche entweder fossil gefunden sind, oder über deren Existenz in historischer Zeit verschiedene Spuren vermuthet werden.

Stammt das weisse Rind der englischen Parks direct ab von wilden Rindern vorhistorischer oder solcher Zeit, welche in historisches Dunkel gehüllt ist?

Ist dieses Rind wirklich »ursprünglicher« als unsere Hausrinder; bildet es einen Uebergang, ein Bindeglied zwischen einem Urstier und dem heutigen Hausstier; sind nicht an demselben Zeichen der Unterwerfung unter die Gewalt des Menschen erkennbar, welche darauf deuten, dass dasselbe zu dem Menschen in ähnlicher Beziehung steht und seit aller Zeit gestanden hat, wie die meisten unserer Hausthiere?

Es handelt sich für uns nicht um Meinungen und Ansichten — wir streben nach klarer Einsicht und lassen lieber eine Frage unentschieden, als dass wir eine vorschnelle Antwort hinwerfen.

Nach Boethius lebten diese Rinder gegen Ende des 15. und zu Anfang des 16. Jahrhunderts in einem kleinen Theil des calydonischen Waldes; früher sollen sie weiter verbreitet gewesen sein. Es ist dies letzte ein ganz allgemeiner Ausspruch ohne historischen Nachweis.

Im 11. Jahrhundert wird dagegen in dem Gesetz des Königs Cnut ein bestimmter Gegensatz zwischen wilden Thieren und Wald-Rindern gemacht, welche dem Schutz der Beamten in den künstlich hergestellten Jagdgehegen unterworfen waren.

Schon ein Jahrhundert früher werden weisse Rinder, deren Beschreibung auf die jetzt lebenden passt, als Hausthiere erwähnt.

Die Rinder des calydonischen Waldes im 15. Jahrhundert waren weiss (»candidissimi«).

Die weisse Farbe und besonders die unregelmässigen Flecke an den Füssen sind Kennzeichen, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf schliessen lassen, dass jene Rinder nicht ursprünglich wilde, sondern durch den Hausstand bereits veränderte waren. Noch wahrscheinlicher wird dies dadurch, dass diese weisse Farbe nicht constant ist, indem oft buntgescheckte Kälber geboren werden.

In der Lebensart und dem Betragen weichen die heut vorhandenen Reste jener alten Herden so wenig von dem gewöhnlichen Hausrind ab, dass eine wesentliche Differenz beider dadurch nicht sicher nachgewiesen wird.

Die heut in einigen Parks gehaltenen Reste jener weissen Race sind in keiner Art zu unterscheiden von der weissen Race, welche bis vor Kurzem in mehreren Grafschaften Englands als Hausrind häufig gehalten wurde, und noch jetzt nicht selten vorkommt.

Die kleinen in Parks gehaltenen Herden in Schottland und England sind zwar nicht wesentlich von einander verschieden, zeigen aber unter einander ganz dieselben Variationen der Form und Farben, welche überall im Hausstande bei isolirten Zuchten auftreten.

Nach alle dem haben wir in dem sogenannten wilden Rind der englischen Parks keine Form vor uns, welche den Uebergang einer Urform in die jetzigen Racen vermittelt.

Es steht dasselbe in keiner Beziehung einem bekannten unzweifelhaft wilden Rind näher als viele unserer gewöhnlichen Haus-Racen.

Es ist also nicht unmöglich, dass die »Wald-Rinder« des 11. Jahrhunderts verwilderte Hausrinder waren, ihre Farbe macht es sogar sehr wahrscheinlich. —

Die weissen Waldrinder lösen demnach die Frage nach dem Ursprung unserer Hausrinder nicht. —

Indem ich mich nunmehr zu der Beschreibung der zwei mir vorliegenden Schädel dieses sogenannten Wildviehes wende, beginne ich mit dem auf Tafel III in $^1/_3$ Reduction abgebildeten Schädels von **Chillingham-Park.**

Die Stirnfläche ist vollkommen eben, mit geradlinigem, in der Mitte ausgeschweiftem Hinterrand. Sie läuft beidseits ganz flach in die Hornstiele aus, deren Wurzel sowohl seitwärts als rückwärts kaum aus dem Umriss und der Fläche der Stirn hinaustritt. Auch die Augenhöhlen ragen seitlich nicht über den Hornansatz vor. Die Supraorbitalfurchen verlaufen scharf ausgeschnitten, fast der Mittellinie der Stirn parallel. Die Hornzapfen sind cylindrisch und erheben sich rasch in regelmässiger Halbmondbiegung nach oben, fast ohne aus der vertikalen Fläche hinauszutreten, in welcher sie sich von Anfang an befanden. Sie bestehen aus sehr compacter Knochensubstanz und tragen tiefe und scharf gezeichnete Längsfurchen namentlich auf ihrem hintern Umfang. Die Hornscheiden zeigen indes noch fernere Biegungen an, und zwar die gleichen, welche an den Hornzapfen von Bos primigenius und auch oft bei langhörnigen zahmen Rindern dieses Ursprungs noch stärker ausgeprägt sind, erst eine Rückwärtskrümmung, dann etwas nach vorwärts, bis endlich die Spitzen wieder rückwärts schauen, im Allgemeinen also eine Art von leierförmigem Verlauf, doch nicht in einer und derselben Vertikalebene.

Zwischen den Augenhöhlen, die auch nach oben sich nicht über die Stirnfläche erheben, ist diese letzte schwach vertieft.

Der Gesichtsschädel verjüngt sich nach vorn in deutlichen Stufen, indem der Maxillartheil bis zum Maxillarhöcker vollkommen geradrandig verläuft und vor den Augenhöhlen eingeschnürt scheint, obwohl er in Wahrheit nur sehr wenig schmäler ist als die Stirn an ihrer engsten Stelle. Weit erheblicher ist dann die Verjüngung der Schnauze, welche in dem Intermaxillar-Theil gerade halb so breit ist als die Stirnfläche. Die Nasen-

beine sind schmal, stark gewölbt, fast parallelrandig und ragen weit über die Nasenöffnung vor. Ihr Vorderrand ist seitlich zwischen den fast gleich langen Mittel- und Nebenspitzen tief eingeschnitten. Die Intermaxilla ragt gerade bis an das Nasenbein; vorn ist die Schnauze quer abgeschnitten.

Die Seitenansicht zeigt, dass das ganze Profil des Schädels fast geradlinig und nur an der Nasenwurzel schwach eingesenkt ist. Die obere Schläfenkante verläuft vollkommen horizontal und geradlinig, ohne alle Depression durch die Hornwurzel. Diese Kante biegt sich dann plötzlich in einem Winkel zu dem steil abfallenden hintern Augenbogen abwärts. Auch der Jochbogen verläuft nahezu horizontal und ist an seiner Wurzel nur schwach geknickt.

Die Augenhöhlen sind sehr schief nach vorn gerichtet, allein ihre Achse liegt horizontal. Ihre Oeffnung ist klein, von schief verschobenem, etwas viereckigem Umriss. Das Thränbein, in seinem obern Theil schmal, wird nach unten, wo es sich in starkem Winkel plötzlich der Nase zuwendet, rasch weit breiter und reicht bis in die Mitte des seitlichen Nasenrandes. An der vordern Spitze des Stirnbeins findet sich eine kleine Knochenlücke. Die Wangenfläche ist über der Masseterkante gegen die starke Nasenwölbung hin etwas concav, unter der Masseterkante vertikal. Die Zahnreihe ist auffallend kurz.

Sehr charakteristisch ist, wie bei allen Rindern, die Occipitalfläche. Sie liegt vertikal, rechtwinklig zur Stirn und ist auffallend flach. Ihr eigentlich occipitaler Theil unterhalb des Schläfeneinschnittes bietet wenig typisches; er ist von quer ovalem Umriss, mit wenig vorragenden Seitentheilen. Der vertikale Durchmesser, vom obern Rand For. magn. bis in die Mittellinie zwischen den Schläfeneinschnitten, ist kürzer als der halbe Querdurchmesser bis an den Rand des Exoccipitale. Bezeichnender ist der dem eigentlichen Occiput aufgesetzte Stirnwulst. Er bildet eine niedrige, vertikal gestellte und nach oben vollkommen horizontal begrenzte Zone von einem Hornstiel zum andern, die nur in der Mitte in dem Bereich des Interparietale seicht ausgehöhlt ist.

Der Gaumen ist schmal und ziemlich tief concav, vor den Zahnreihen stark eingeschnürt und da, wo sich die hintern Spitzen der Intermaxilla anlegen, sehr stark vertieft. Die Choanenöffnung liegt merklich hinter dem Ende der Zahnreihe zurück. Sie ist eng, von sehr schief nach dem Occiput aufsteigenden und vertikalen Seitenwandungen begrenzt. Der Vomer ist hier noch sehr niedrig, so dass die Choanenöffnung fast ungetheilt bleibt.

Die Wirbelsäule unterscheidet sich in keiner Weise von derjenigen des zahmen Rindes. Sie besteht aus 13 Rippen-tragenden und 6 Rippen-losen Rumpfwirbeln mit ein-

facher und geschlossener Nervenöffnung bis zum dritten — mit offener Incisur an den übrigen Lendenwirbeln.

Ich glaube, dass diese kurze Beschreibung der osteologischen Merkmale des Chillingham-Viehes, wozu die unten folgende Schlusstabelle noch die Messungen fügt, und noch mehr die auf Tafel III gegebene Abbildung genügen werde, um sofort jeden Palaeontologen in Stand zu setzen, die historischen Beziehungen dieses Thieres mit Sicherheit zu beurtheilen. Abgesehen von der geringen Grösse, unterscheidet sich der vorliegende Schädel in keiner Weise von denjenigen des wilden Primigenius. Eine Vergleichung von Tafel III mit den von Cuvier oder andern Autoren gebotenen Abbildungen des letztern legt dies auch sofort vor Augen. Der Chillingham-Schädel ist ein elegantes und verkleinertes Nachbild des mächtigern und derbern diluvialen Wildochsen Europas, und die historische Descendenz des erstern von dem letztern kann bei Confrontirung der Schädel beider keinem Zweifel unterliegen.

Allein andererseits tritt die innige Familienbeziehung des Chillingham-Rindes mit den von mir als Primigenius-Vieh bezeichneten zahmen Schlägen Europas mit nicht geringerer Evidenz an den Tag. Die Abbildungen, die ich in der Fauna der Pfahlbauten und in dem Archiv für Anthropologie für das zahme Budjading-Vieh Holsteins gegeben habe, sind, abgesehen von etwas schwächerer Bewaffnung bei letzterm, genaue Copien des Chillingham-Schädels. Auch der oben genannte Schädel eines Pembroke-Rindes (S. Wales), der mir vorliegt, hat die wichtigsten Züge des Chillingham-Typus mit merkwürdiger Treue beibehalten, obschon er nach der Notiz von Prof. Ramsay eine Kreuzung mit der schon etwas mehr modificirten Hereford-Race hinter sich hat.

Der Chillingham-Schädel bestätigt somit sowohl den schon früher geleisteten Nachweis, dass eine zahme Primigenius-Race in mehr oder weniger reiner Form über den grössten Theil Europas verbreitet sei, als die Vermuthung, dass die genannte Heerde unter den heutigen Schlagen des Primigenius-Viehes sich von dem Urtypus kaum merklich entfernt habe.

Man könnte vielleicht schliessen, dass dieses Ergebniss dem Resultat der Untersuchung von Hermann von Nathusius zuwiderlaufe. Allein meines Erachtens ist dies durchaus nicht der Fall. Die Frage uber die Familienbeziehungen Species des Chillingham-Viehes ist eine rein anatomische und vollständig unabhängig von der historischen, welche prüft, ob jene Heerde nur ein seit Jahrhunderten unberührter Rest eines einst gezähmten Schlages sei, oder ob ihr jetziger Zustand relativer Freiheit ohne Unterbrechung bis zu dem wirklichen Wildvieh Europa's zurückgefuhrt werden konne, das

auch in England reichliche fossile Reste zurück gelassen hat. So viel ist sicher, und dies stimmt vollständig mit der Ansicht von Nathusius, dass der mir vorliegende Schädel in keiner Weise mehr Merkmale eines wilden Thieres an sich trägt; er zeichnet sich im Gegentheil durch eine ungewöhnliche Feinheit und Zartheit seiner Knochenoberflächen aus, wie sie an eigentlichen Wildrindern, die ich ja in Masse zu prüfen Gelegenheit hatte, niemals auftritt. Ich würde also niemals angestanden haben, den Schädel, wäre er mir aus unbekannter Quelle zugekommen, als »nicht wild« zu erklären.

Allein es leuchtet ein, wie relativ dieser Ausdruck ist, und wie sehr die sorgen- und arbeitsfreie Existenz einer solchen Heerde im Verlauf der Zeiten auf die Textur der Knochen und die Ausbildung der Muskulatur in gleicher Weise wirken konnte, wie die Pflege, die dem eigentlichen Hausthier zu Theil wird. Immerhin aber wirkten wenigstens jene mächtigen Einflüsse absichtlicher Züchtung, Uebernährung und Ueberarbeitung, Frühreife und Kreuzung auf diese Heerde gewiss nicht ein, und wenn sie ja auch auf den Stolz, niemals dem Menschen unterthan gewesen zu sein, von vornherein nicht Anspruch machen kann, da sie nur seinen Wohlthaten ihre Existenz verdankt, so bleibt ihr doch der Ruhm, einer der ächtesten Vertreter der »Familie«, und treuer Bewahrer der Race zu sein in ungeschmälertem Maase. Es ist daher wohl erlaubt, hier die Hoffnung auszusprechen dass dieser kleine Ueberrest kaum veränderter Nachkömmlinge des Stammvaters europäischer Rinder den günstigen Verhältnissen, welchen er seine Erhaltung verdankt, nicht entzogen werden möge. Mögen die Eigenthümer der beiden Heerden, von Bialowitz und von Chillingham, in den Früchten, welche die Wissenschaft aus ihrem Besitzthum zieht, noch lange Entschädigung finden für die Pflege, die sie Geschöpfen zuwenden, welche für das übrige Europa durchweg oder grösstentheils fossil geworden sind.

B. Trochoceros-Form des Bos primigenius und der Primigenius-Race.

Vergleiche Fauna der Pfahlbauten Pag. 137. Archiv für Anthropologie Pag. 228. 242. Fig. 1. 2.

Meiner frühern Anschauung, wie sie noch die ältere der eben genannten Arbeiten vertritt, entgegen, habe ich schon in der spätern Arbeit mich veranlasst gesehen, auf Boden neuerer Erfahrungen der nicht mehr seltenen Trochoceros-Form wilder oder

zahmer Rinder den Titel einer besondern »Race« zu entziehen, und sie nur als individuelle Variation innerhalb des Primigenius-Typus zu erklären; auch die Anerkennung einer selbstständigen Stammform, Bos trochoceros H. von Meyer fällt damit weg.

Auch hier hat ausgedehntere Erfahrung die Analyse, die wir unwillkührlich bei der Wahrnehmung neuer Thatsachen üben, berichtigt und gezeigt, wie sehr unsere Urtheile, die sich ja immer nur auf den jeweiligen Stand unserer Kenntnisse stützen, nur mit grossem Vorbehalt verallgemeinert werden dürfen.

Seit der Aufstellung der Trochoceros-Race habe ich Trochoceros-Schädel in Menge gesehen, und mich überzeugen können, dass diese Abweichung sich, wenn auch nicht ausschliesslich, doch vornehmlich nur auf die Art der Bewaffnung bezieht, über deren grosse individuelle Schwankungen die hier vorhergegangenen Mittheilungen weitgehende Beispiele fast an allen Species wilder Rinder kennen lehrten. Sind auch so ausserordentliche sexuelle Variationen der Hornbildung, wie bei den fossilen und lebenden Arten von Ovibos, beim Gnu und bei Bubalus caffer nicht gerade häufig, so fand ich doch Anlass, auch an wilden Thieren sehr oft auf mancherlei Modifikationen der Bewaffnung hinzuweisen, die überdies nicht immer an das Geschlecht gebunden sind, sondern oft auch locale Racen bezeichnen. Die obigen Kapitel über die asiatischen und afrikanischen Büffel, über Bison priscus, über den Sundaochsen und den Gaur, über den Yak und das Zebu sind voll von solchen Beispielen.

Auch der Urochs entzieht sich, selbst in fossilem, also doch ohne Zweifel wildem Zustand diesen Thatsachen nicht. Dies lehrt schon die Vergleichung der in der Litteratur zerstreuten Abbildungen seines Schädels; und die Vermuthung liegt am nächsten, dass auch hier geschlechtliche Unterschiede eine grosse Rolle spielen werden, um so mehr, da auch seine zahmen Abkömmlinge sexueller Merkmale des Schädelbaues nicht im mindesten entbehren. Bei beiden sind männliche Schädel im allgemeinen durch geringere Längsdimensionen bei grössern Breiten- und Höhenmaassen ausgezeichnet; überdies tragen die weiblichen stets schlankere, gestrecktere, weiter nach aussen angesetzte (meistens gestielte) Hörner*).

---

*) Die am Schlusse dieser Arbeit beigefügte Tabelle gibt die Détails der sexuellen Unterschiede bei der zahmen Primigenius-, Frontosus- und Brachyceros-Race. Man wird bei ihrer Prüfung den Wirkungen Rechnung tragen, welche der dichte Hornansatz, und bei Frontosus die Stärke des Frontalwulstes beim männlichen Geschlecht auf mehrere Positionen ausüben.

Als sexuelle Eigenthümlichkeiten des Männchens stellen sich bei den Racen des europäischen Rindes heraus:

Schon an der Hand dieser allgemeinen Merkmale lassen sich oft männliche und weibliche Thiere auch an fossilen Schädeln des Primigenius unterscheiden*) und ebenso glaube ich den Schädel aus Arezzo, auf welchen H. von Meyer die Species Trochoceros gründete, als einen weiblichen Schädel bezeichnen zu dürfen. Trotz seiner bedeutenden Grösse spricht dafür die Ausbildung deutlicher Hornstiele, die schlanke, cylindrische Gestalt der Hörner, die schmale Stirn, das geringe Vorragen der Augenhöhlen.

Obschon ich nun allerdings alle Trochoceros-Schädel, die mir zu Gesicht gekommen sind, auch aus andern Gründen für weiblich halten musste, so möchte ich doch keineswegs von vorn herein jeden Trochoceros-Schädel überhaupt für weiblich erklären. Wir sahen beim Büffel, dass sexuelle Eigenthümlichkeiten der Bewaffnung auch Racenbesitzthum in beiden Geschlechtern werden können. Auch Bos primigenius mag vielleicht solche Varietäten dargeboten haben. Andererseits ist es bezeichnend, dass die Trochoceros-Form mit dem Stadium der Zähmung, die doch durchgehends mehr weibliche Merkmale begünstigt, zunimmt und sich gewissermassen consolidirt. Unter den Photographien der diluvialen Primigeniusschädel des Florentiner-Museums, die Herr Prof. Cocchi so freundlich war, mir zuzusenden, ist die Trochoceros-Form in sehr charakteristischer Weise, allein nur an Schädeln von ohnedies weiblicher Physiognomie vertreten. Auch die zahlreichen Trochocerosschädel, die mir seither aus jüngern Ablagerungen, vornehmlich aus den ältesten Perioden des menschlichen Daseins (Pfahlbauten, Torfmoore) zugekommen sind, schienen vornehmlich weiblichen Geschlechts zu sein, wie denn aus

---

Geringere Länge des gesammten Schädels, sowie besonders der Stirn (ausschliesslich des oft die Verkürzung compensirenden Stirnwulstes, der bei kräftigerer Bewaffnung auch stärker wird).

Continuirliche Zunahme der Breite von der Schnauze bis zum Hornansatz, ohne merkliche Verengerung in der Schläfengegend. Somit im allgemeinen kurze, massive Kegelgestalt des ganzen Schädels.

Wölbung der gesammten Stirnfläche, vornehmlich in querer Richtung bis zum Schwinden der Concavität zwischen den Augenhöhlen. Grosse Breite auf der ganzen Ausdehnung der Stirn.

Dichter Hornansatz, ohne Hornstiele. Hornzapfen kurz, massiv kegelförmig, wenig gekrümmt, vorwiegend seitwärts gerichtet.

Augenhöhlen umfangreich, stark vorstehend und seitwärts gerichtet. Hinterer Augenbogen und Jochbogen kräftig.

Nasenbeine kurz, breit, schwach gewölbt, wenig über die Nasenöffnung vorragend, und an der Spitze nur seicht oder gar nicht ausgeschnitten. Ganzer Gesichtsschädel kurz und breit, Schnauze stumpf.

Occipitalfläche hoch und vornehmlich zu Gunsten des Schläfentheils stark in die Quere ausgedehnt; unterer Rand der Schläfengrube und Jochbogen daher weit nach aussen vorragend.

Unterfläche des Schädels im gesammten Orbital-, Joch- und Schläfentheil sehr breit. Starkes Vorragen der Schädelwand (Ala major) zwischen Augenhöhlen und Schläfengrube.

*) Fig. 1—4, Pl. 11 bei Cuvier Ossem. foss. IV gibt ein gutes Bild eines männlichen, Fig. 208 in Owen Brit. foss. Mamm. pag. 498 eines weiblichen Schädels von Primigenius.

naheliegenden Gründen unter den Ueberresten zahmer Rinder männliche Schädel überhaupt sehr selten sind. Dahin gehören die in der Fauna der Pfahlbauten Pag. 137 ff. erwähnten und theilweise abgebildeten Schädel von Concise, Chevroux und La Tène in der westlichen Schweiz. Allein auch in Moosseedorf, sowie an verschiedenen Punkten Deutschlands fehlen Ueberreste dieser Form durchaus nicht. Als besonders ausgezeichnet erwähne ich einen fast unverletzt erhaltenen und ohne allen Zweifel weiblichen Schädel, den mir mein verehrter Freund, Archivrath Lisch in Schwerin, aus einem Torfmoor des Pene-Flusses bei der Stadt Malchin in Mecklenburg zusandte, und den ich schon anderwärts als der Trochoceros-Form zugehörig erklärt habe*). Fast identisch verhält sich ein fernerer Schädel aus einem Thonlager bei Nachtenstadt, den ich von Herrn Prof. Pagenstecher aus der Sammlung von Heidelberg erhalten habe.

Alles das kann uns vorbereiten, die Trochoceros-Form auch an heutigem Primigeniusvieh noch erhalten zu finden, und ich stehe nicht an, den Schädel aus der Heerde von **Lyme-Park** hieher zu zählen.

Er ist abgebildet in Taf. IV (1/3 Reduction) und weicht beim ersten Anblick in seiner ganzen Erscheinung sehr auffällig von demjenigen von Chillingham ab, obschon er ebenfalls einem weiblichen Thiere von ungefähr gleichem Alter (M. 3 stark in Usur) angehört. Allein sieht man von der sein eigenthümliches Gepräge vorzugsweise bestimmenden, ganz andern Hornrichtung ab, so ist doch trotz mancher Detailabweichungen eine Verwandtschaft mit jenem unverkennbar und wird auch durch die Messungen bestätigt.

Das gesammte Profil des Schädels ist hier ähnlich, wie etwa bei manchen Zebu's, sowohl in longitudinaler als in querer Richtung schwach gewölbt. Die Hörner sind horizontal oder selbst etwas nach abwärts gerichtet und gehen, nur schwach nach vorn gekrümmt, im rechten Winkel zur Achse vom Schädel ab; sie sind dabei etwas abgeplattet, deutlich gestielt, und mit sehr derben und reichlichen Längsfurchen versehen. Die Hornscheiden zeigen indes auch noch eine schwache Spur der Krümmungen wie bei dem Chillinghamvieh, anfänglich nach hinten mit schwacher Aufwärtsrichtung der Spitzen

Die Stirn ist nach allen Richtungen schwach gewölbt und im Verhältniss zum ganzen Schädel etwas länger als bei dem Chillingham-Schädel, allein sonst von gleichem viereckigem Umriss. Ihr Hinterrand ist durch ergiebige Hornstiele ausgedehnt, welche sich

*) S. Jahrbücher des Vereins für mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde XXIX, 1864, pag. 275. Ueber fernere Vorkommen ähnlicher Art s. ebendas. pag. 126, 280; Lisch, Pfahlbauten in Mecklenburg, 1865, pag. 62, 95, 101.

in der Fortsetzung der seitlichen Wölbung der Stirn nach aussen und abwärts neigen. Der seitliche Schläfeneinschnitt der Stirn erscheint hier tief, weil Augenhöhlen und Hornstiele mehr vortreten. Die Supraorbitalrinnen verlaufen schief nach einwärts. Zwischen ihnen liegt die stärkste Erhebung der Stirn: die Augenhöhlen sind gewölbter als bei dem vorigen Schädel, und würden über die Stirnfläche vorragen, wenn diese nicht selbst gewölbt wäre; zwischen ihnen ist eine Concavität der Stirn kaum bemerkbar.

Vor den Augenhöhlen verjüngt sich der Gesichtsschädel nur allmählig, nicht in so deutlichen Stufen wie bei dem vorigen Schädel. Das Gesicht erscheint daher, wenigstens in seinem maxillaren Theil, breiter und auch gewölbter als bei jenem, vornehmlich auch deshalb, weil die Masseterkante weniger scharf und über ihr die Wangenfläche eher convex als concav ist, so dass sie vollkommen gleichmässig in die Nasenwölbung übergeht.

Die Nasenbeine sind länger, breiter und schwächer gewölbt; sie reichen nach hinten fast zur Höhe des obern Thränbeinrandes der Augenhöhle und nehmen nach vorn sehr merklich an Breite ab. Auch hier ragen sie weit über die Nasenöffnung vor.

Alle diese Verhältnisse treten noch deutlicher in's Auge in der Seitenansicht. Wie die Nase nach vorn, so neigt sich die Stirn nach hinten abwärts. Dies zeigt sich zumal in der Schläfe deren oberer Rand nach hinten durch den Hornstiel deprimirt ist, allein auch nach vorn weit allmähliger nach den Augenbogen abwärts steigt; auch der Jochbogen ist an seiner Wurzel mehr nach aufwärts geknickt und die ganze Schläfengrube daher niedriger, und in der Längsrichtung gebogen.

Das Thränbein ist in seinem obern Theile breiter, und an der Stelle seiner Winkelbiegung stark verengt. Die Masseterkante bildet eine breite Wölbung, über welcher die Wange ganz gleichförmig zum Nasenrücken aufsteigt, während sie sich nach unten nach dem Zahnrand hin wieder verengt. Die Intermaxilla ragt weiter an das Nasenbein herauf als an dem Chillingham-Schädel.

Das Hinterhaupt ist mehr in die Quere gedehnt als bei letzterm; sein vertikaler Durchmesser ist bei Absehen vom Stirnwulst erheblich kürzer als der halbe Querdurchmesser, und überdies ragt der Schläfentheil weit nach aussen vor. Der Schläfeneinschnitt erscheint deshalb, sowie in Folge des starken Vorragens des Hornstiels, tief und eng. Der Stirnwulst ist höher, an seinem obern Rand gewölbt, die interparietale Vertiefung ergiebiger. Die ganze Occipitalfläche ist überdies etwas nach vorn geneigt, so dass sie einen spitzen Winkel mit der Stirnfläche bildet.

An der Unterfläche ist der Gaumen breiter und schwächer gewölbt, mit starker Mediancrista in seinem hintern Theil, die Choanenöffnung weiter und in der Mitte etwas

trichterförmig ausgedehnt. Die Choanenwände sind ausgedehnter als bei dem Chillinghamvieh, indem sie in horizontaler Richtung sich weiter nach hinten fortsetzen, und dann hinter dem Hamulus um so steiler zum Occiput aufsteigen.

Wie für jeden Trochoceros-Schädel, so erhebt sich auch für den soeben beschriebenen von Lyme-Park nun vor allem die Frage, ob seine Eigenthümlichkeiten nur individuelle oder etwa sexuelle, oder vielleicht Merkmale der ganzen Heerde seien. Lägen nicht unzweideutige Zeugnisse für sein weibliches Geschlecht vor, so möchte man fast versucht sein, trotz der schlanken und deutlich gestielten Hörner in der Wölbung der Stirn, den vorragenden Augenhöhlen, den kräftigen Augen- und Jochbogen, den stark sculpturirten Muskelflächen, der queren Ausdehnung des Hinterhauptes eher Merkmale männlichen Geschlechtes zu sehen. Wie schon gesagt wurde, wird indes dies durch directe Nachrichten widerlegt, allein überdies schildern alle Berichte die Heerde von Lyme-Park als derjenigen von Chillingham sehr ähnlich, und auch Prof. Ramsay, der jene sah, fiel die abweichende Gestalt des fraglichen Schädels sehr auf. Angesichts des Umstandes, dass auch der ganz anders behörnte Schädel von Chillingham einem weiblichen Thier angehört, ergibt sich also, dass die Trochoceros-Form bei dem Primigenius-Vieh der englischen Wildparks so gut wie bei dem diluvialen Primigenius-Ochsen als gelegentliche individuelle Variation, allein vorwiegend — wenn nicht immer — beim weiblichen Geschlecht auftritt.

Dabei bleibt indes für diese Heerde die Möglichkeit einer einstigen direkten menschlichen Einwirkung, selbst einer Kreuzung vielleicht so wenig ausgeschlossen, wie für die von Chillingham, wenn auch seit ältester Erinnerung Kreuzung irgend welcher Art in Lyme-Park nicht stattfand.

Alle Erfahrungen lassen somit nicht zu, der Trochoceros-Form den Werth einer bestimmten Varietät oder gar einer Species ferner zuzugestehen; vielmehr weisen sie sämmtlich darauf hin, dass diese Abweichung, welche gelegentlich, allein vorwiegend an weiblichen Thieren schon des wilden und diluvialen Primigenius auftrat und sich in gleicher Weise in dem Wildvieh Englands wiederholt, im Steinalter der Schweiz und Deutschlands, d. h. mit dem Beginn der Zähmung stark überhand nahm, und sich somit als ein durch Züchtung leicht vererblicher Charakter herausstellt*). Consolidirt zu einer Race finden wir sie dann in dem heutigen Frontosus-Rind.

*) Es ist vielleicht nicht Zufall, dass das weisse, der Chillingham-Heerde sonst ähnlich genannte Vieh von Val di Chiana (s. o. Note zu Pag. 143); in der Heimat des diluvialen Bos trochoceros von H. v. Meyer, wenigstens im männlichen Geschlecht, das ich allein kenne, auch quer nach aussen gerichtete Hörner hat.

C. Frontosus-Race.

Vergleiche Fauna der Pfahlbauten Pag. 148. 207. 215. Archiv für Anthropologie I. Pag. 231. 237. 242. Fig. 6. 7. 8.



20. Frontosus-Race. Saanen. ♀. 1/8.

Die unten beigefügte Tabelle zeigt, dass schon der Trochoceros-Schädel von Lyme-Park sich in den durch Messungen darstellbaren Verhältnissen nicht nur innerhalb der Grenzen der Frontosus-Form bewegt, sondern dass er in einzelnen Beziehungen sogar die Mittelwerthe derselben übertrifft. Stellen wir indes die Schädel von Chillingham, von Lyme-Park und wohl ausgebildete Frontosus-Schädel, wie sie das schweizerische Fleckvieh wohl am ausgezeichnetsten bietet, neben einander, so erkennt das Auge sogleich, dass an dem Schädel von Lyme-Park, trotz so mancher Züge, die er mit den letztern theilt, der Habitus des Primigenius noch durchaus nicht so verwischt ist, dass nicht die nahe Beziehung zu ihm noch überall durchblickte, während ausgeprägte Frontosus-Köpfe demselben so fremd geworden sind, dass ich sie in meinen bisherigen Arbeiten von einer besondern Stammform glaubte ableiten zu müssen. Auch die Abbildungen machen denselben Eindruck. (Siehe namentlich die Holzschnitte a. d. o. a. O.)

Auch hier hat mich aber die Ausdehnung meines Materiales, vornehmlich in historischer Richtung, zu einer weitern Anschauung geführt. Wir treten mit dem Frontosus-Rind aus dem Gebiet der am europäischen Wildrind wahrgenommenen Modificationen hinaus in den Bereich von Culturproducten. Die Merkmale des Frontosus-Rindes, wie ich sie a. a. O. einlässlich geschildert habe, finden sich in voller Ausbildung ausschliesslich auf gezähmte Thiere beschränkt*). Die weitesten Grenzen, zu welchen Bos primi-

*) Ich habe in der Fauna der Pfahlbauten Pag. 207 die Motive aufgeführt, welche Nilsson, und auf seine Autorität hin, dann auch mich veranlassten, den Bos frontosus als eine ursprünglich in Europa

genius vornehmlich, vielleicht ausschliesslich, im weiblichen Geschlecht gelangt, sind durch die Trochoceros-Form bezeichnet, welche sich schon hie und da an unzweifelhaft wilden Individuen vorfindet, aber in den ersten Zeiten der Zähmung auf einem grossen Theil von Europa rasch allgemeiner wird. (Steinalter der Schweiz. Torfmoore unbestimmten Alters in Baden und Mecklenburg. Heerde von Lyme-Park.) Ueberall aber bilden solche Trochoceros-Schädel die Vorboten der Frontosus-Race, welche, ausschliesslich innerhalb des Verbreitungsbezirks des Primigenius, an einzelnen Stellen eine auffallend rasche Ausbildung gewinnt, und nachweislich nur eine Weiterführung der Merkmale des Trochoceros darstellt. Scharfe Grenzen zwischen Trochoceros und Frontosus lassen sich daher nicht ziehen; immerhin scheint die volle Ausprägung des letztern wesentlich der jüngsten Vergangenheit anzugehören und im Ganzen auffallend rasch vor sich gegangen zu sein. Finden sich auch schon im Steinalter der Schweiz (Moosseedorf) seltene Schädel, welche diese Bezeichnung verdienen, so werden sie doch erst häufiger in der Bronze- und Eisen-Periode. (Concise, Chevroux, La-Tène, einzelne Ablagerungen in Mecklenburg.) Ausgedehnten Wohnbezirken des Primigenius-Viehes scheint sogar heute diese Modification noch ganz zu fehlen; weder am ungarischen und romanischen, noch am Holländer-Vieh sind mir solche Schädel bisher zu Gesicht gekommen; ihre weiteste Ausbildung erlangte dagegen die Frontosus-Form in England, an manchen Orten Deutschlands, und in der Schweiz; am letzten Ort in solchem Grade, dass die wohl ausgeprägte Primigenius-Race, welcher im gesammten Steinalter und bis in spätere Perioden wohl die Hälfte (westliche Schweiz), mancherorts (Robenhausen) fast die Gesammtheit des zahmen Viehstandes angehörte, heute in reiner Form als erloschen zu betrachten ist; nur in Mischlingsschlägen sind hier und da noch Spuren davon zu erkennen. Wohl aber nährt England bekanntlich neben rein gebliebenen Primigenius-Schlägen (West-Highlands etc.) gleichzeitig Frontosus-Schläge (Lancashire, Cumberland, Westmoreland) von so charakteristischem Gepräge wie die Schweiz*).

wild vorhandene Art von Rindern anzusehen. Meine seitherigen Erfahrungen widersprechen indes für alle Localitäten, die mir Reste dieser Form des Rindes boten, einer solchen Annahme durchaus, und drängten mir daher den Verdacht auf, dass auch die skandinavischen Ueberreste nur gezähmten Thieren angehört haben möchten. Trotz vielfacher Nachfragen war ich leider nicht im Stande, hierüber Auskunft zu erhalten. Allein in ganz Continental-Europa sind meines Wissens nirgends Spuren des Frontosus-Rindes zum Vorschein gekommen, welche nicht den Stempel zahmer Thiere in unverkennbarer Weise an sich trügen.

*) Ein sehr gutes Bild der wichtigsten Merkmale der Frontosus-Form bietet die Abbildung des Schädels eines Devonshire-Ochsen in Woods Description of the fossil skull of an Ox. London 1839.

Historische und geographische Thatsachen sprechen also übereinstimmend für eine allmählige Umprägung des Bos primigenius in die Frontosus-Form unter dem Einfluss der Züchtung; nicht minder eindringlich führt die anatomische Vergleichung zu demselben Ziel. Es kann in dieser Arbeit, die wesentlich der natürlichen Geschichte des Rindes gewidmet ist, nicht mein Zweck sein, die zahmen Racen in gleicher Ausführlichkeit zu besprechen. wie die wilden Stämme; und ich würde einer neuen Schilderung des Frontosus-Rindes nichts beifügen können, was nicht die frühern Darstellungen bereits gesagt hätten. Nur zur Erinnerung an das dort gesagte schalte ich auch in diese Arbeit von den a. a. O. gegebenen Abbildungen diejenigen ein, welche diese Umwandlung am deutlichsten vor Augen legen; die Seitenansicht und die Occipitalansicht eines Primigenius-Schädels von Budjading und eines Frontosus-Schädels von Saanen.



21. Frontosus-Race. Saanen. ♀. 1/6.

Auch die unten beigefügten Schädelmessungen setzen die wichtigern Factoren dieser Umprägung in helles Licht*). Hier hebe ich nur die wichtigsten derselben hervor, da ich eine einlässliche Discussion der Messungstabelle auf die Besprechung von Brachyceros verspare. wo auch ein übersichtlicher Auszug der Ergebnisse jener Zahlen folgen wird, auf den ich schon hier verweisen kann.

Vorerst ist es nicht unwichtig, aufmerksam zu machen, dass die Vergleichung der Mittelwerthe **B., J., M.,** zu denselben Resultaten führt. wie diejenige der einzelnen Typenschädel **A. H. L.** Die Mittelwerthe bewegen sich durchweg in etwas engern Schranken und lassen jene um so mehr als solche erscheinen, die den Typus ihrer Gruppe in scharfer Weise ausgeprägt enthalten. Nur für Trochoceros hat offenbar der Mittelwerth

*) Man wird bei Vergleichung der unten folgenden Tabelle auf manchen Colonnen kleine Abweichungen von der im Archiv für Anthropologie gegebenen gewahren. Sie rühren her von der Eliminirung des Schädels von Lyme-Park aus der dortigen Colonne **A** und von Einschiebung seither hinzugekommener Schädel in **A** und **B** und **C**. Die Resultate der Tabelle werden indes dadurch nicht verändert. eine nicht unerwünschte Gewähr ihrer Richtigkeit.

6 noch eine zu wenig breite Basis und kann daher den übrigen Mittelwerthen nicht ebenbürtig gelten.

Bei beiden Methoden stellen sich, im Verhältniss zu Primigenius, für Frontosus folgende Merkmale als charakteristisch heraus: höheres Occiput (15), längere Stirn (2. 3) trotz der Vorschiebung des Hornansatzes (4), beides offenbar Folgen der ungewöhnlichen Ausdehnung des Frontalwulstes. Kürzer sind dagegen die Nasenbeine (5), der Gaumen (6), allein der letztere vornehmlich nur in seinem intermaxillaren Theil (8), da die Back-Zahnreihe (7. 9) und selbst die Intermaxilla (10) länger ist als bei dem Primigenius. Sehr erheblich ist dann die quere Ausdehnung der Stirn zwischen den Hornansätzen (11 17) trotz geringerer Breite im Schläfen- (12) und Orbitaltheil (13), sowie die grosse Breite von Gesicht (14) und Occiput (16. 17. 18).

Alles dies ist in der That nur Ausdruck von Verhältnissen, welche das Auge sofort erkennt, und was die früher mir (a. d. o. O.) gegebenen Schilderungen bereits hervorgehoben haben: Starker (hauptsächlich dem Interparietale angehörender) Stirnwulst, Hornansatz auf deutlichen und merklich nach vorn gerückten Stielen, kurze Nase und Schnauze, breites Gesicht und Hinterhaupt sind die durchgreifenden Merkmale des Frontosus-Schädels. Fügen wir dazu die an dem a. O. beschriebene Auswärtsrichtung und die starke Abplattung der Hörner, die umfangreiche Wölbung der Augenhöhlen, das weite Vortreten des Bodens der Schläfengrube, so sind auch die Eigenthümlichkeiten aufgezählt für welche die Messungen keinen besondern Ausdruck geben.

Allein auch die Einschiebung von Trochoceros als Mittelform zwischen Primigenius und Frontosus liegt trotz des für jenen so spärlichen und nach Individuen merklich variirenden Materiales in den Ergebnissen der Tabelle deutlich ausgesprochen. Nur scheint Trochoceros den Frontosus an Länge (2. 3. 4) und Breite (12. 13. 16) der Hirncapsel, sowie an Länge der Nasenbeine (5) noch zu übertreffen; allein die geringe Höhe seines Hinterhauptes (15) macht sofort deutlich, dass diese Ausdehnung der Stirn vom Frontalwulst herrührt, der mehr nach hinten vorragt (4), statt wie bei Frontosus sich nach oben zu wölben.

Wie schon die historische Untersuchung zeigt, gelangte demnach die Zwischenform des Trochoceros zu keiner grossen Stabilität, sondern schritt rasch zum Grade des Frontosus weiter, dessen wesentlichstes Gepräge in der Verkürzung des hintern so gut wie des vordern Schädeltheils liegt. Ich zeigte auch schon, dass dann das nämliche Gepräge zu einem noch viel weitern Grade durchgeführt wird von der Niata-Form des

südamericanischen Rindes, dessen Abbildung ich nach einer von Ch. Darwin mir mitgetheilten Photographie hier einfüge.



22. „Niata“-Ochse. Süd-America.

Obschon die Hörner dieser »Niata«-Rinder in ihrer Form und Richtung dem Primigenius noch ziemlich treu geblieben sind, und uns gleichsam das Wappen der Familie noch erhalten haben, so zeigt der erste Blick, dass die ausserordentliche Modification dieses Schädels nur durch excessive Ausbildung gerade jener Merkmale zu Stande kommt, welche das Frontosus-Rind vom Primigenius unterscheiden: Aufstülpung des Schädels in seinem occipitalen, so gut wie in seinem Schnauzen-Theil, bei gleichzeitig starker Zunahme der Breitendimensionen. Die Niata-Ochsen von Brasilien sind Abkömmlinge europäischen Primigenius-Viehes, welche in der Umbildung des Schädels, ohne der Umbildung der Hörner Zeit zu lassen, in kürzester Frist alles weit übertroffen haben, was die Cultur an dem Fleckvieh Englands und der Schweiz nur Schritt für Schritt zu Stande gebracht hat. Allein das Niata-Rind steht in dieser bizarren Umgestaltung seines Schädels keineswegs allein: der erste Blick darauf ruft unwillkührlich eine Menge anatomischer Parallelen an andern Thieren in Erinnerung. Der »Niata«-Kopf des Rindes steht auf gleicher Stufe mit dem »Mops«-Kopf des Hundes, des Schafes, der Ziege, des Schweines, den wir theilweise seit Langem kennen, und wovon besonders der letztere in jüngster Zeit von Hermann v. Nathusius so vortrefflich beschrieben wurde.

Ohne auf die Détails der Umbildung des Niata-Kopfes am Rinde des genauern einzugehen, kann ich mich daher begnügen, auf das so äusserst lehrreiche Capitel: Vorbereitung zur Betrachtung der Culturracen und die extremste Schädelform der Culturrace, in der ausgezeichneten Schrift von Nathusius (Vorstudien zur Geschichte und Zucht der Hausthiere) zu verweisen, welches die Entstehung des »Mopskopfes der Hausthiere« (Pag. 104) Schritt für Schritt verfolgt, und auch das hier abgebildete Niata-Rind bespricht. Namentlich wird auch die Abbildung der extremsten Schädelform des Cultur-

schweines (Yorkshire Taf. II. IV. V) genügen, um zu zeigen, dass allerdings derselbe mit demjenigen des vorliegenden Niata-Rindes in jeder Rücksicht auf gleicher Stufe steht.

Bei einer ganzen Anzahl von Hausthieren wirkt also eine weitgehende Cultur in gleicher Weise: sie vermehrt die Breitendimensionen des Schädels, zum guten Theil durch Ausdehnung der Lufthöhlen der Hirncapsel; gleichzeitig verkleinert sie die Längsdimensionen in Folge des Zurückweichens der Insertionsstellen für die Nackenmuskulatur und einer Reduction und Rückstulpung der Schnauze, die sich bis zur völligen Verschiebung der normalen Zahnstellung steigern kann. Der Bulldogg, das Niata-Rind, das Mopsschaf, das Yorkshire-Schwein sind ebenbürtige Beispiele dieser extremen Grade der Umbildung. Doch habe ich gezeigt, dass geringere Grade sich innerhalb des Genus Bos auch am Büffel (pag. 37), am Gayal (pag. 105), wahrscheinlich auch am Yak (pag. 113) nachweisen lassen. Ohne Zweifel werden sie auch beim Zebu nicht fehlen.

Nathusius hat gewiss mit vollem Recht einen Hauptfactor dieser Umgestaltung in der Reduction der Muskelthätigkeit in Folge veränderter Ernährungsweise gesucht*). Allein die nie fehlende Verkürzung und Erweiterung der Nasenbeine zeigt, dass dieses Motiv allein zur Erklärung nicht ausreicht. Es scheint mir vielmehr noch ein zweites und primitiveres Moment nicht minder erfolgreich mitzuwirken.

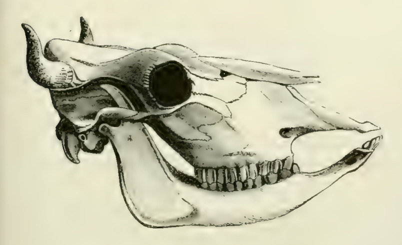
Der erste Blick auf die oben hervorgehobenen typischen Factoren des Frontosus-Schädels macht nämlich klar, dass sie alle in Zurückhaltung jugendlicher Schädelmerkmale bestehen. Die grosse Ausdehnung des Interparietale und sein Uebergreifen auf die Stirnfläche, die Wölbung der Stirnbeine, die weite und seichte Form der Supraorbitalrinnen, die umfangreiche Wölbung der Augenhöhlen, die regelmässig kegelförmige Verjüngung des kurzen und breiten Gesichtsschädels, die Gestalt des Thränenbeins, die Wölbung der Wangen, die kurze, breite Gestalt der Nasenbeine mit seichter vorderer Incisur, der breite Gaumen, die kurze Schnauze, die Gestalt der Choanen, die grosse Ausdehnung und peripherische Entfaltung des Gebisses, kurz alles, was ich wiederholt als Merkmale der Frontosus-Race nachgewiesen habe, ist gleichzeitig Merkmal des jugendlichen Rinderschädels. In jeder Beziehung darf man also den Frontosus-Schädel einen auf jugendlichem Stadium zurückgehaltenen Ochsenschädel nennen. Dass die Gestalt der Hörner auf der Stufe der vornehmlich weiblichen Form des Primigenius zurückbleibt, ist eine werthvolle Bestätigung dieser Anschauung, und die spätere dachförmige Abplat-

*) Die Bemerkung von Nathusius (pag. 105) ist sehr interessant, dass der Mopskopf das Schaf vor der Egelkrankheit schützt.

tung der Stirnwölbung thut ihr bei Rücksicht auf die Wirkung der sich entwickelnden Muskulatur keinen Eintrag. Stellt man erwachsene Primigenius-Schädel, erwachsene Frontosus-Schädel und die Köpfe von Kälbern verschiedenen Alters in eine Reihe, so lässt sich bis in kleine Détails der Nachweis leisten, dass die Frontosus-Form in den verschiedenen Graden ihrer Ausbildung Entwickelungszuständen des Primigenius parallel steht, und ich möchte daher glauben, dass vornehmlich veränderte Ernährungsweise in der Jugend, rasche künstliche Auffütterung, in der Ausbildung des Frontosus-Schädels einen vorragenden Antheil hat.

D. Brachyceros-Race.

Vergleiche Fauna der Pfahlbauten Pag. 143. 205. 214. Archiv für Anthropologie I. Pag. 234. 237. 245. Fig. 9—12.



23. Brachyceros-Race. Uri. ♀. $^1/_6$.



24. Brachyceros-Race. Uri. ♀. $^1/_6$.

Als heutiger Wohnsitz dieser in der Schweiz unter dem Namen Braunvieh wohl unterschiedenen Race wurde schon früher Süd-Europa und vor allem das Gebiet der Alpenkette, sowie der Norden Africas, genannt. Da indes nun Beweise genug vorliegen, dass die gleiche Race sich schon in sehr früher Zeit von der Nordsee bis nach Italien verbreitete und an manchen Stellen in wohl ausgeprägter Form neben dem Primigenius-Vieh das wichtigste Hausthier des Steinalters war, so werden einzelne Schläge wohl auch in andern Theilen Europas etwa noch erhalten sein.

Wie Frontosus, ist auch Brachyceros noch nirgends mit Bestimmtheit im wilden Zustand gefunden worden, wenn auch manche Funde auf ein sehr hohes Alter dieses Thieres, gleichzeitig mit manchen ausgestorbenen Species, deuten mögen. (S. Fauna der Pfahlbauten. Pag. 143 *).) Auf dem ganzen grossen Gebiete, das mir zumeist aus den frühesten Anfängen menschlicher Cultur Reste desselben lieferte, von den Torfmooren Mecklenburgs (Penzin) und des Harz (Anhalt-Bernburg), durch Mähren (Olmütz) und die Pfahlbauten der schweizerischen Steinperiode (Moosseedorf, Wangen, Biel, Wauwyl etc.) bis zu den etruskischen Gräberstätten bei Bologna (Marzabotto) erwies es sich durchweg mit Bestimmtheit als gezähmtes und an manchen Orten selbst als älteres Hausthier als das Primigenius-Rind.

Allein hierin liegt auch das einzige Gemeinsame in der Geschichte beider Racen. In jeder übrigen Beziehung verfolgt die Geschichte von Brachyceros einen dem Frontosus gerade entgegengesetzten Weg. Das Frontosusrind erwies sich als ein Abkömmling des Urochsen, der unter menschlichem Einfluss sich von seiner Stammform immer mehr entfernte und an manchen Orten gewissermassen zu einer neuen Species consolidirte.

Ganz anders Brachyceros. Von den ersten Spuren seines Auftretens an bildet er eine wohlausgeprägte Race, welche sich sowohl durch allgemeine Statur als durch die Détails der Schädelbildung von dem gleichzeitig zahmen Primigenius auf das Schärfste unterscheidet. Es lassen sich innerhalb des Umfangs des Genus Bos wenig Beispiele von Thieren aufführen, welche, nicht nur innerhalb eines gemeinsamen grössern Verbreitungsbezirkes, sondern an den meisten Localitäten mit und neben einander lebend, so grelle Unterschiede boten, wie die mächtigen dem Urstamm an Grösse und Bewaffnung wenig nachgebenden Primigenius-Rinder von Robenhausen und die zwerghaften, kleinhörnigen Thiere von Biel, Ueberlingen, Wismar, Penzin, Olmütz, Marzabotto. Gerade an Stellen, wo er zuerst erscheint, also in einer Periode und an Orten, wo auch die Primigenius-Race in reinster Form auftritt, sind die Eigenthümlichkeiten des Brachyceros am schärfsten ausgeprägt; und wenn sie sich auch so gut wie jene an einzelnen Orten ohne viele Veränderung bis auf den heutigen Tag erhalten hat, so verwischen sich doch, wenn wir ihre gesammte Geschichte, so weit sie vorliegt, überblicken, ihre Merkmale fast in gleichem Maasse, wie diejenigen von Frontosus sich ausprägen. Ich weiss heute keine

*) Auch auf Brachyceros bezieht sich die in der Note zu Pag. 155 gemachte Bemerkung, dass kein Beleg vorliegt, dass die in der frühern Litteratur „fossil" genannten Schädel vor die seither bekannt gewordene Ausdehnung menschlicher Geschichte zurückreicht.

Stelle zu nennen, wo das Braunvieh seinen Vorfahren des Steinalters treuer geblieben wäre, als Nord-Africa, also wohl ein Gebiet, wo die Cultur weniger Einfluss auf dasselbe ausübte als irgendwo in Europa*). Beherbergen auch manche Theile der Alpenkette noch Braunvieh von Zwerggestalt, so ist es andern Orts zu einer Grösse gelangt, welche hinter der des Fleckviehes nicht zurückbleibt, und alle diese grossen Schläge sind gleichzeitig in ihrem Schädelbau dem Fleckvieh oder überhaupt dem Primigeniusstamm um vieles ähnlicher geworden. Theilweise gewiss durch Kreuzung, allein abgesehen hievon tritt bei dem Ueberblick über die ganze bis jetzt erforschte Geschichte dieser zwei Racen nichts heller an den Tag, als dass die eine unter denselben Einflüssen sich zu dem jetzigen speciellen Typus ausbildete, unter welchen die andere als specielle Form erlosch.

Trotz so entgegengesetzten Erfolges stimmt indessen, wie man leicht sieht, die Geschichte beider darin überein, dass beide sich von ihrem Ausgangspunkt immer mehr entfernten. Aus dem Bos primigenius erzog der Mensch allmählig den heutigen Fron-

*) Hier aber möchte wohl der Bodensee und seine Umgebungen in dieser Beziehung am lehrreichsten sein. Bei einem neulichen Besuch desselben hatte ich das Glück, in Ueberlingen, in dessen Umgebung bekanntlich sich Pfahlbau an Pfahlbau mindestens ebenso dicht, wo nicht dichter reiht, als die heutigen Dörfer, auf eine sehr reiche Fundstätte von Thierknochen aufmerksam gemacht zu werden, welche in dem Städtchen selbst, bei der Fundamentirung des neuen Schulhauses, hart am Ufer und im Niveau der Pfahlbauten aufgedeckt worden ist. Herr Stiftungsverwalter Ullersberger, der mir diese Stelle zeigte, schloss aus dem massenhaften Zusammenliegen der Knochen, die fast durchweg Axt- und Messerhiebe tragen und fast ausschliesslich Rindern, Ziegen und Schafen angehören, wohl mit Recht, dass hier die Stelle einer alten Schlächterei oder Gerberei liegen möchte. Die Knochen tragen alle die Farbe und übrigen Merkmale derjenigen, welche innerhalb der eigentlichen Pfahlbauten im Wasser gefunden werden. Vom Rind waren vortreffliche Schädelstücke zu Dutzenden da, fast ausschliesslich krumm- und kleinhörnigen Thieren von eigentlicher Zwerggrösse angehörig, wie ich sie aus den Pfahlbauten und andern alten Ablagerungen der Schweiz, Mecklenburgs, Mährens, Italiens beschrieben habe. Allein das Vieh, das die heutigen Bewohner dieser Gegenden, am schwäbischen und bairischen Ufer des Bodensee's bis in die Alpen des Algau hinein, und am schweizerischen Ufer in den Appenzellerbergen halten, ist davon kaum verschieden. Es ist freilich in Appenzell und im Algau, wohin ich der Vergleichung wegen ging, durchschnittlich grösser, und zeigt vornehmlich in Sonthofen, wo ich grosse Heerden beobachten konnte, so reichliche nnd manchfaltige Merkmale von Kreuzung und Züchtung (Annäherung an die Frontosns-Form), dass das Algauer-Vieh die ihm in allen Handbüchern zugetheilte Ehre, einen besondern Schlag zu bilden, nur in sehr beschränktem Maasse verdient. Allein in den Dörfern am untern Bodensee, in Ueberlingen selbst, in Allensbach, Hegne, Wollmattingen etc. hatte ich das Vergnügen, die treusten Copien des alten Ueberlinger-Viehstandes reichlich in den Ställen und im Freien anzutreffen. Und bei der Rückkehr fand ich in Basel eine reiche Sendung meines Freundes Archivrath Lisch in Schwerin, aus dem Pfahlbau von Wismar am Ufer der Ostsee, welche neben Resten der Primigenius-Race den ersten mir aus Pfahlbauten zu Gesicht gekommenen vollständig erhaltenen Brachyceros-Schädel enthielt, einen Schädel, der den Ueberlinger-Schädeln und dem mehr erwähnten typischen Brachyceros-Schädel aus Algier zum Verwechseln ähnlich sah, für Beurtheilung historischer und geographischer Verbreitung dieser Race ein erwünschtes Zusammentreffen!

tosus; aus dem Brachyceros gingen schliesslich Thiere hervor, die von dem Urstamm wenig mehr behalten und sich jenen beiden in mancher Rücksicht genähert haben.

Es leuchtet ein, dass solche Ergebnisse mit gleicher Stärke für eine ursprüngliche Unabhängigkeit des Brachyceros vom Primigenius sprechen, als sie die Ableitung des Frontosus von letzterm unterstützen.

Untersuchen wir auch hier, für die Beschreibung des Brachyceros auf frühere Arbeiten verweisend, mit Hülfe der untenstehenden Tabelle, in wie fern und nach welcher Richtung die Messungen, die offenbar den historischen Ergebnissen über Frontosus günstig waren, auch die historischen Erfahrungen am Braunvieh unterstützen, so tritt wiederum vorerst hervor, dass die Mittelwerthe von Colonne **M** die Charakteren des Typen-Schädels **L**, wie sich erwarten liess, in allen Theilen abschwächen.

Die Vergleichung selbst stellt die auch bei den frühern Beschreibungen hervorgehobenen Merkmale von Brachyceros in gutes Licht: Die Schädellänge von Brachyceros (2) steht derjenigen von Primigenius gleich, und bleibt hinter Frontosus und Trochoceros merklich zurück. Die Stirn für sich ist indes in der Mittellinie (3) etwas länger, an den Seitenrändern (4) aber kürzer als bei Primigenius: eine Folge einmal der Anschwellung des Frontalwulstes, dessen Höhe (15) fast bis zum Maass von Frontosus ansteigt, andererseits des ebenfalls fast bis zum Grad von Frontosus gehenden Vorrückens des Hornansatzes. Nasenbeine (5) und Schnauze (8) sind dafür trotz ziemlich gleicher Intermaxilla (10) kürzer als bei Primigenius und selbst kürzer als bei Frontosus, während die Gaumenlänge (6. 7. 9) von ersterem kaum abweicht. Charakteristischer sind die Verhältnisse der Breitendimensionen, die grosse Einengung des Schädels zwischen den Hornansätzen (11. 17) trotz wenig geringerer Schläfenbreite (12. 18) und überwiegender Ausdehnung der Orbitalgegend (13).



25. Brachyceros-Race. Algier. ♀. ⅙.

Schmale schlanke Schädelform mit kleinen, stark gekrümmten Hörnern, die merklich vor der Stirngrenze angesetzt sind, und, weit entfernt gestielt zu sein, im Gegentheil die ganze Schädelkapsel an ihrem Ursprung stark einengen, sehr vorragende und weit nach aussen gerichtete Augenhöhlen und feine kurze Schnauze sind somit die vorragenden Züge der Physiognomie des Brachyceros-Viehes, die bei uns sehr bezeichnend »hirschköpfig« heisst.

Noch deutlicher lässt sich das Ergebniss der

Vergleichung so ausdrücken: Bos brachyceros hält in allen Längenmaassen von grösserer Ausdehnung (2. 3. 5. 6. 7. 9. 10) die Mitte zwischen Frontosus und Primigenius, allein er besitzt die kürzeste Schnauze (8) und die kürzeste Distanz zwischen Hornansatz und Augenhöhle (4). Er hält ferner die Mitte zwischen beiden in der Höhe des Occiput (15) und in den Breitenmaassen der Wange (14), der Stirn in der Schläfengegend (12), des Occiput im Ganzen (16), bei maximaler Ausdehnung der Augenhöhlen (13) und minimaler Stirnbreite an der Stelle des Hornansatzes (11. 17. 18).

Der folgende Auszug aus der Tabelle, bei welchem mit Absicht die Colonne für Trochoceros als einstweilen auf zu wenige Schädel gegründet, weggelassen wurde, lässt die gegenseitigen Beziehungen der drei Racen noch besser in die Augen fallen, als die Tabelle selbst,

	Primigenius.	Brachyceros.	Frontosus.
1. Länge der Schädelbasis	a	a	a
2. Länge des Schädelprofiles	a	b	c
3. Länge der Stirn in der Mittellinie	a	b	c
4. Länge der Stirn am Seitenrand	c	a	b
5. Länge der Nasenbeine	c	b	a
6. Länge des Gaumens	c	b	a
7. Länge des Gaumens bis hinter M. 3	a	b	c
8. Länge des Gaumens bis vor P. 3	b	a	c
9. Länge der Backzahnreihe	a	b	c
10. Länge der Intermaxilla	a	b	c
11. Breite der Stirn zwischen den Hornansätzen . .	b	a	c
12. Breite der Stirn zwischen den Schläfen	c	b	a
13. Breite der Stirn zwischen den Augenhöhlen . .	a	c	b
14. Breite des Gesichts am Wangenhöcker	a	b	c
15. Höhe des Occiput	a	b	c
16. Breite des Occiput am Ohrhöcker	c	b	a
17. Breite des Occiput zwischen den Hornansätzen .	b	a	c
18. Breite des Occiput zwischen den Schläfengruben	b	a	c

und es ist das Ergebniss um so sprechender und gültiger, als es nicht nur aus der Vergleichung der Mittelwerthe (Colonnen **B. M. J.**) hervorgeht, sondern mit sehr kleinen Abweichungen auch aus der Vergleichung der individuellen Werthe der Typusschädel **A. L. H.**

Die männlichen Schädel (Colonne **D. K. N.**) stimmen dagegen nur auf einzelnen Positionen mit den Ergebnissen der weiblichen Schädel überein, wohl hauptsächlich deshalb, weil individuelle Physiognomien bei dem männlichen Thier ungleich häufiger und wirksamer auftreten und somit zur Erhaltung gültiger Mittelwerthe noch viel zahlreichere Materialien nöthig machten als bei dem weiblichen Thier. Ueberdies ist der männliche Brachyceros-Schädel in Colonne **N.** der einzige, den ich mir bis jetzt verschaffen konnte, weit entfernt, ein typischer Vertreter seiner Race zu sein, da er starke Spuren von Frontosus-Einfluss an sich trägt

Es scheint mir dieses Bild ein bedeutsames Licht auf die Beziehungen von Brachyceros oder auch jeder andern der 3 Racen zu den Nachbarracen zu werfen.

Man sieht, dass mit Ausnahme von Position 1, welche als Ausgangspunkt gewählt wurde, alle übrigen Maassangaben der Peripherie des Schädels angehören; am centralsten sind noch die der Länge des Gaumens gewidmeten Positionen 6 und 7, und beide sind auch laut den unten folgenden Zahlen unter den achtzehn hier gegebenen Werthen diejenigen, die den geringsten Schwankungen unterworfen sind; namentlich zeigt 7 eine ganz auffallende Constanz. Nichts destoweniger verhalten sich 6 und 7 bei Anwendung an die drei Racen laut obigem Tableau gerade umgekehrt; 6 nimmt ab von Primigenius nach Brachyceros, 7 in umgekehrter Richtung. Dies scheint daher zu rühren, dass bei Primigenius die Schnauzenlänge die Kürze der Backzahnreihe, bei Frontosus die lange Backzahnreihe die kurze Schnauze mehr als compensirt, allein überdies muss also wohl doch in dieser Schädelgegend eine fixe Grösse liegen, welche nur von den hier ausgeführten Messungen nicht richtig getroffen wurde, wie denn auch Position 6 und 7 beide das variable Moment der Schnauze in sich enthalten. Es ist wahrscheinlich, dass die Wirbelachse des Schädels, die freilich, wie alle centralen Werthe, nur am durchgesägten Schädel messbar und daher in der grossen Mehrzahl der Fälle unzugänglich ist, einen Fixpunkt bieten würde, um den sich dann die übrigen Grössenwerthe als variable Peripherie gruppiren möchten; hierin liegt also offenbar noch ein Gebrechen der angewendeten Methode, dessen ich mir wohl bewusst bin.

Allein abgesehen davon, sind gewisse Resultate der obigen Zusammenstellung überraschend. Die Primigenius-Race erscheint unter allen drei in jeder Beziehung als Ausgangspunkt. Es ist in jeder Beziehung der knappste, man möchte sagen, der sparsamste und gleichzeitig der regelmässigste Schädel, die Hälfte seiner peripherischen Werthe sind Minimalwerthe, und wo es Maximal- oder Mittelwerthe sind, so dienen sie nur, um

der Stirn einen regelmässigen Umriss (4. 11. 12. 17. 18) und der Schnauze ihre hier charakteristische Länge zu geben (5. 6. 8).

Frontosus zeigt das entgegengesetzte Extrem; die grosse Mehrzahl seiner Werthe sind maximale und deuten auf eine Ausdehnung der Peripherie, die sich allerdings auch beim Anblick jedes Frontosus-Schädels dem Auge lebhaft genug aufdrängt. Reduction unter das Maass des Primigenius findet sich nur in der Ausdehnung der Schnauze, indem diese sammt den Nasenbeinen kürzer wird (5. 6), und in der Stirn, welche in der Schläfengegend schmäler (12) und auf dem Seitenrand durch Vorwärtsrücken der Hornstiele kürzer wird (4). Allein es ist offenbar, dass die longitudinale Ausdehnung der Stirn (2. 3) gewissermassen nur eine scheinbare ist, veranlasst durch den Stirnwulst, den ausser Rechnung zu lassen unmöglich war. Die Profilansicht des Niata-Ochsen in Holzschnitt 22 gibt somit in jeder Richtung ein treues Bild des Frontosus-Gepräges, indem sie die Verkürzung der Schnauze und der Stirn, wenn auch in excessivem Grade, hervorhebt.

Allein während so Frontosus wirklich als ein durch peripherische Expansion (dem jugendlichen Schädelbau entsprechend) und nachträgliche Zurückstülpung in der longitudinalen Richtung entstandenes Derivat der Primigenius-Race dasteht, bietet Brachyceros ein ganz anderes Bild.

In manchen Beziehungen scheint er so gut einen Durchgangspunkt zwischen Primigenius und Frontosus zu bilden als Trochoceros. Die grosse Menge seiner Mittelwerthe scheint dies wenigstens zu befürworten. Auch dürfen wir kaum zweifeln, dass wenigstens die Ausbildung seines Frontalwulstes (2. 3. 15), vielleicht sogar die damit verbundene Vorschiebung des Hornansatzes (4), eben so gut Cultur-Effect sei als beim Frontosus, beim Zebu, beim Büffel, beim Yak etc. Nichts destoweniger müssen wir uns fragen, warum der Stirnwulst bei Frontosus so umfangreich ausfiel, während er bei Brachyceros stets weit knapper und auf die Mittellinie beschränkt bleibt, wenn er aus gleichem Boden d. h. aus dem Primigenius, entstanden sein sollte. Und überdies vertritt Brachyceros gleichzeitig so manche und derartige extreme Werthe, dass eine Ableitung von Primigenius auch nach dieser Richtung auf grosse Schwierigkeiten stösst. Hieher gehört einerseits die grosse Verengerung der Hirnkapsel in der Gegend des Hornansatzes (11. 17. 18), dann die Verkürzung der sonst schlank gebliebenen Schnauze (8) und das starke und röhrige Vortreten der Augenhöhlen (13).

Neben Factoren, welche einer Ableitung vom Primigenius nicht gerade zuwider sein dürften, obschon es durchweg solche sind, die überhaupt auf mancherlei Boden durch

Cultur erzielbar scheinen, finden sich somit am Brachyceros andere, welche von dieser Quelle nicht stammen können. Das anatomische Ergebniss lautet somit dem historischen vollständig gleich:

Geschichte und Anatomie führen uns die Scene der Zähmung des diluvialen Primigenins-Ochsen und seine allmählige Umwandlung in die Trochoceros- und Frontosus-Form gleich sprechend vor Augen.

Das Brachyceros-Rind finden wir dagegen mit allen Zügen, die es noch heute an vielen Orten bewahrt hat, fast über ganz Europa auf den ältesten Schauplätzen des zahmen Primigenius, und ohne dass wir es, wie diesen, in wildem Zustande sähen. Für einen guten Theil Europa's ist daher das Braunvieh sicherlich ein Hausthier älteren Datums als das Primigenius-Vieh. Und mag auch, woran Niemand zweifeln wird, seit alter Zeit zwischen beiden eine Kreuzung stattgefunden haben, welcher vielleicht viele heutige Schläge von Braunvieh manche Aehnlichkeiten mit dem Primigenius verdanken, so nöthigt offenbar der Umstand, dass das Braunvieh vom Primigenius-Rind um so schärfer abweicht, auf je ältere Epochen wir zurückgehen, so wie die empirische Unverträglichkeit der bezeichnendsten anatomischen Züge des Brachyceros-Schädels mit dem Primigenius gleich eindringlich, uns für den erstern mindestens noch nach einer Quelle ausserhalb des letztern umzusehen.

Hiemit stehen wir indessen an der Grenze der constatirten bekannten Thatsachen. Sie gehen nur bis zum Nachweis, dass das Braunvieh in Europa früher Hausthier war als das Fleckvieh, dass sein Typus um so charakteristischer wird, je weiter wir in seiner Geschichte hinaufgehen, und dass es bisher im wilden Zustand in Europa nirgends aufgefunden wurde. Directe Belege über seine Herkunft liegen somit noch nicht vor.

Sehen wir uns aber zunächst unter den fossilen Rindern Europa's für eine Quelle von Brachyceros um, so hat die eben durchgeführte Untersuchung derselben uns nichts kennen gelehrt, was als Stammform von Brachyceros betrachtet werden dürfte; ja sie konnte uns nicht einmal Hoffnung machen, dass wir sie hier noch finden würden. Ist doch das Typische in der Physiognomie, die wir uns für den Stammvater des Brachyceros — auch bei Annahme frühen Einflusses von Primigenius — denken müssen, den fossilen Rindern Europa's so fremd, dass wir kaum erwarten dürfen, den »Hirschkopf« und den Hirschfuss, die den Stempel der zierlichen und kleinen Brachyceros-Familie bilden, in dieser Richtung aufzufinden.

Wohl aber scheinen gewisse Fussstapfen nach einer andern Richtung hinzuweisen. Wir finden einmal die am meisten ausgeprägten und die ältesten Spuren von Brachyceros

an der atlantischen Küste Europa's bis weit hinauf nach Norden und wieder am Nordrand des Mittelmeeres und auf beiden Abhängen der Alpenkette. Gegenüber, auf dem Nordrand von Africa, lebt noch heutzutage unter allen Schlägen von Braunvieh derjenige, welcher dem kleinen Hausthiere der europäischen Steinperiode am ähnlichsten geblieben ist. Und der gleiche Continent beherbergt nebst Asien ein ebenfalls einstweilen nur in gezähmtem Zustand bekanntes und auch dort in hohes Alterthum hinaufreichendes Hausthier, das Zebu, das in manchen Racen mit unserm Braunvieh gerade jene Détails der Schädelbildung theilt, welche dieses vom Primigenius unterscheiden. Eine Vergleichung der Colonne **M** in der nachfolgenden Tabelle mit den Ergebnissen der Messungen am Zebu (Siehe Tabelle Pag. 124), und vornehmlich an seiner bengalischen Varietät, weist wenigstens eine solche Möglichkeit durchaus nicht ab.

Weitere Untersuchungen über den Ursprung unsers Braunviehes dürften daher vielleicht den meisten Erfolg versprechen, wenn sie sich zunächst nach dem grossen Nachbar-Continente richten würden, der, in seiner zahmen Thierwelt uns noch weit unbekannter als in seiner wilden, bekanntlich seit alter Zeit mit letzterer den Süden unseres Festlandes in einem Grade bevölkert hat, der die breite Wasserstrasse, welche heute die beiden Länder trennt, in keiner Weise als Schranke betrachten lässt. Und sollten auch solche Untersuchungen schliesslich selbst weiter nach Osten führen, so würde auch dies nicht überraschen können, angesichts der Resultate dieser Arbeit, welche Asien als die Heimat der palaeontologisch und morphologisch primitivsten Repräsentanten aller Gruppen von Linné's Genus Bos, mit Ausnahme der Bisonten, nämlich von Bubalus, von Bibos und von Taurus nachwies.

Den Anordnungen für die frühern Gruppen der Bovina analog, würden sich hienach die Descendenzlinien der Taurina einstweilen sammt Bibovina in folgender Weise ordnen lassen (wobei die nur in gezähmtem Zustand bekannten Formen durch kleinere Schrift unterschieden sind).

Morphologische Reihe.

		B. Gaurus mit Gavaeus		
Bos etruscus.	B. sondaicus.	B. grunniens		
		B. indicus		B. brachyceros.
			B. namadicus	
			B. primigenius.	Var. trochoceros. Var. frontosus.
			B. intermedius?	

Palaeontologische Reihe.

Pliocen.	Diluvium.	Gegenwart. Wild.	Gegenwart. Zahm.	
Bibovina.				
		B. Gaurus.	B. gavaeus.	
B. etruscus.		B. sondaicus.	B. indicus.	Var. Pusio.
		B. grunniens.		Var. Dante.
Taurina.				B. brachyceros.
	B. intermedius?			Var. Primigenius.
B. namadicus.	B. primigenius.		Bos Taurus	Var. Trochoceros.
	Var. trochoceros.			Var. Frontosus.

Die folgende Tabelle gibt schliesslich procentische Messungen über die Racen des zahmen europäischen Rindes, angestellt an 33 Schädeln von sicher constatirter Herkunft, Geschlecht und Alter (die grösstentheils der Basler anatomischen Sammlung angehören). Die Resultate sind im Text besprochen und direct vergleichbar mit den auf Seite 101 und 124 mitgetheilten Messungen an den wilden und zahmen Rindern Asiens. Die Bisontina und Bubalina weichen in ihrem gesammten Schädelbau zu sehr von den Bibovina und Taurina ab, als dass es nöthig schien, parallele Messungen auch über sie mitzutheilen.

	Primigenius.				Trochoceros.			Frontosus.			Brachyceros.		
	Chillingham ♀ A.	**Primigenius** ♀ Mittel aus 10 B.	Leiden 3. ♀ C.	Leiden 3. ♂ D.	Lyme-Park ♀ E.	Malchin ♀ F.	**Trochoceros** ♀ Mittel aus 2 G.	Saanen ♀ H.	**Frontosus** ♀ Mittel aus 8 J.	Simmenthal ♂ 1262 K.	Algier ♀ L.	**Brachyceros** ♀ Mittel aus 8 M.	Appenzell ♂ N.
1. Schädellänge vom vord. Rand For. magn. an.	100.0	**100.0**	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	**100.0**	100.0	100.0	**100.0**	100.0
2. Schädellänge von Crista occipitalis an. . .	106.0	**111.5**	112.1	110.5	114.2	117.1	115.8	111.8	**114.1**	114.5	110.0	**112.1**	109.2
3. Stirnlänge v. Crista occipitalis bis Nasalia .	45.3	**49.8**	50.0	49.2	49.2	59.8	54.5	52.0	**52.1**	60.8	52.1	**51.5**	50.0
4. Stirnlänge vom Hinterrand der Hornbasis bis Hinterrand der Augenhöhle.	33.4	**36.9**	34.8	36.1	37.3	39.6	38.4	33.5	**35.2**	38.3	32.1	**34.3**	35.5
5. Länge der Nasenbeine	39.2	**42.0**	43.8	40.9	44.5		44.5	36.1	**39.3**	33.7		**39.4**	
6. Gaumenlänge	63.4	**62.1**	62.1	61.3	63.1	62.4	62.8	60.2	**61.8**	61.4	63.1	**62.6**	62.9
7. Spitze der Intermaxilla bis Mitte hinter M. 3	60.2	**60.3**	60.4	62.2	60.2	60.1	60.3	62.1	**62.1**	61.0	60.5	**61.6**	65.2
8. Spitze der Intermaxilla bis Mitte vor P. 3 .	33.6	**31.6**	31.0	30.6	32.3	30.0	31.1	31.6	**31.8**	31.4	31.3	**30.7**	31.8
9. Länge der Zahnreihe	27.3	**28.9**	29.9	31.0	29.2	28.1	28.8	30.3	**32.6**	29.7	29.7	**30.6**	32.9
10. Länge der Intermaxilla	31.9	**33.4**	32.7	33.6	36.6	30.8	33.8	32.2	**35.0**	35.4	30.0	**34.3**	30.8
11. Stirnbreite zwischen den Hornansätzen . .	40.9	**41.6**	41.7	41.6	46.6	39.8	43.2	48.8	**45.9**	52.1	31.8	**38.9**	45.0
12. Stirnbreite zwischen den Schläfen	38.5	**38.2**	36.4	39.1	40.7	41.3	41.0	36.5	**37.2**	43.7	37.6	**37.6**	37.3
13. Stirnbreite zwischen den Augenhöhlen aussen	47.0	**48.0**	46.3	49.6	49.8	48.2	49.0	46.4	**48.3**	53.1	52.3	**49.5**	50.0
14. Gesichtsbreite an Tuber maxill.	35.1	**31.1**	32.9	31.5	36.6	32.6	34.6	36.9	**35.8**	35.4	36.3	**35.8**	38.9
15. Occiput Höhe über Unterrand For. magn. .	34.6	**34.7**	33.8	36.9	35.0	32.1	33.5	36.7	**36.8**	37.0	36.8	**36.3**	39.4
16. Occiput, grösste Breite, Ohrhöcker	47.8	**48.0**	47.8	49.5	49.0	48.9	48.9	48.8	**46.9**	57.7	46.0	**47.3**	50.2
17. Occiput-Breite zwischen den Hornansätzen .	37.0	**36.8**	41.7	37.5	39.2	40.2	39.7	43.0	**39.9**	39.8	32.3	**36.2**	41.0
18. Occiput-Breite zwischen den Schläfen . . .	30.1	**30.6**	29.8	29.8	32.6	30.8	31.7	32.2	**31.2**	39.3	27.1	**29.4**	31.0

Anmerkung: **B.** Chillingham-Park, Pembroke, Dänemark, Budjading, Holland (3 Schädel), Vogelsberg, Westerwald, Ungarn.
J. Saanen (3 Schädel), Château d'Oex, Freiburg (3 Schädel), Berner-Jura.
M. Algier, Wismar (Pfahlbau), Uri, Schwyz, Ober-Hasle, Appenzell, Disentis, Wallis.

Nachtrag.

Soeben, am Schluss des Druckes dieser Abhandlung, kommen mir durch die Freundlichkeit des Herrn Akademiker's J. F. Brandt in Petersburg dessen »zoogeographische und palaeontologische Beiträge«, Petersburg 1867, nebst seiner Schrift »über den vermeintlichen Unterschied des caucasischen Bison vom lithauischen«, Moskau 1866, zu. Ich kann nicht umhin, den Leser meiner Abhandlung auf diese höchst werthvollen Beiträge zur Geschichte der Rinder aufmerksam zu machen, welche an der Hand einer ausserordentlich reichen und wohl erschöpfenden Litteratur die Verbreitung und Geschichte des Bison und des Bos primigenius in einer Vollständigkeit behandeln, die mir unerreichbar gewesen wäre, und auf die ich daher in meiner anatomischen Arbeit von vornherein verzichten musste. Das heutige Vorkommen von Bisonten im Kaukasus wird durch diese Schriften des bestimmtesten bestätigt, sowie ich auch sehr erfreut bin, Herrn Brandt den vorläufig in meinen »Beiträgen zu einer palaeontologischen Geschichte der Wiederkauer, Basel 1865«, mitgetheilten Resultaten der hier nunmehr in extenso mitgetheilten Untersuchungen über Linné's Genus Bos so viel als vollständig beitreten zu sehen. Die völlige Verschiedenheit des Bison vom indischen Gaur ist, wie ich denke, oben ausser allen Zweifel gestellt worden; dagegen muss ich nunmehr in viel bestimmterer Weise, als die Andeutung auf Pag. 55 meiner »Beiträge« es that, meine frühere Vermuthung, der auch Herr Brandt beipflichtet, zurücknehmen, dass Bos brachyceros von Bos primigenius abstamme, wenn auch das bezügliche Capitel oben die Frage noch nicht löst.

Erklärung der Tafeln.

Erste Abtheilung.

Tab. I. II. Gebiss. S. Erklärung daselbst.

Zweite Abtheilung.

Tab. I.

Fig. 1. 2. Bubalus (Hemibos Falcon.) triquetricornis.

Fig. 3—5. Bos (Amphibos Falcon.) etruscus.

Tab. II. Bos Gaurus ♂.

Tab. III. Bos Taurus primigenius. Wildvieh von Chillingham-Park.

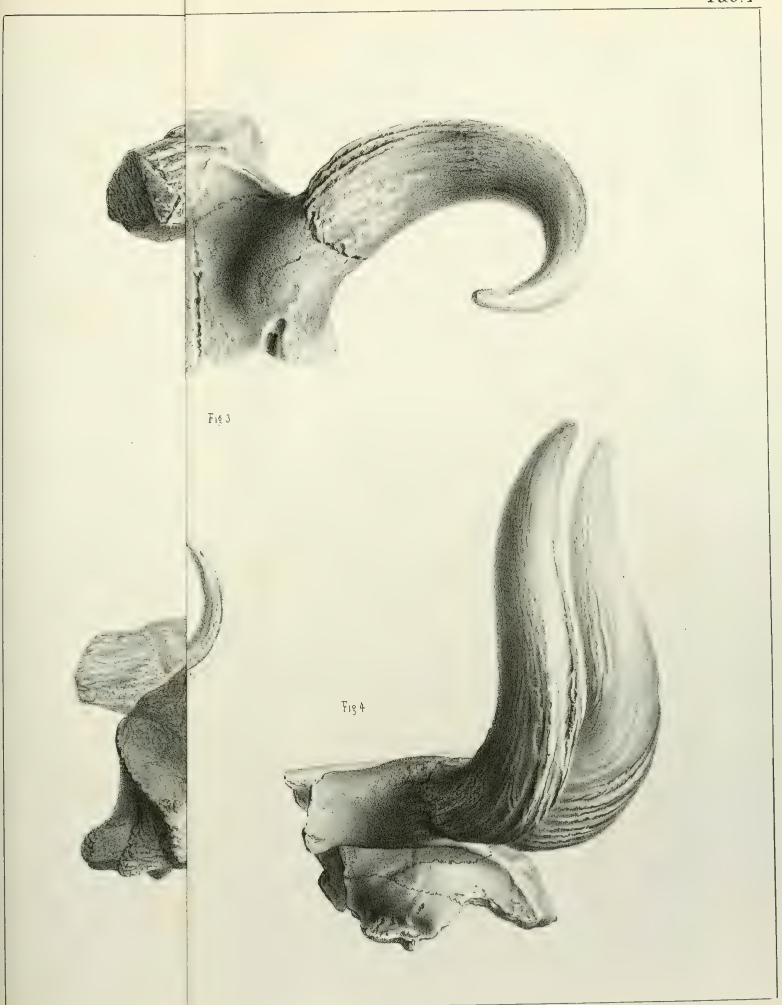
Tab. IV. Bos Taurus primigenius. Wildvieh von Lyme-Park.

Holzschnitte im Text.

Inhalts-Uebersicht.

Erste Abtheilung.

Zweite Abtheilung.

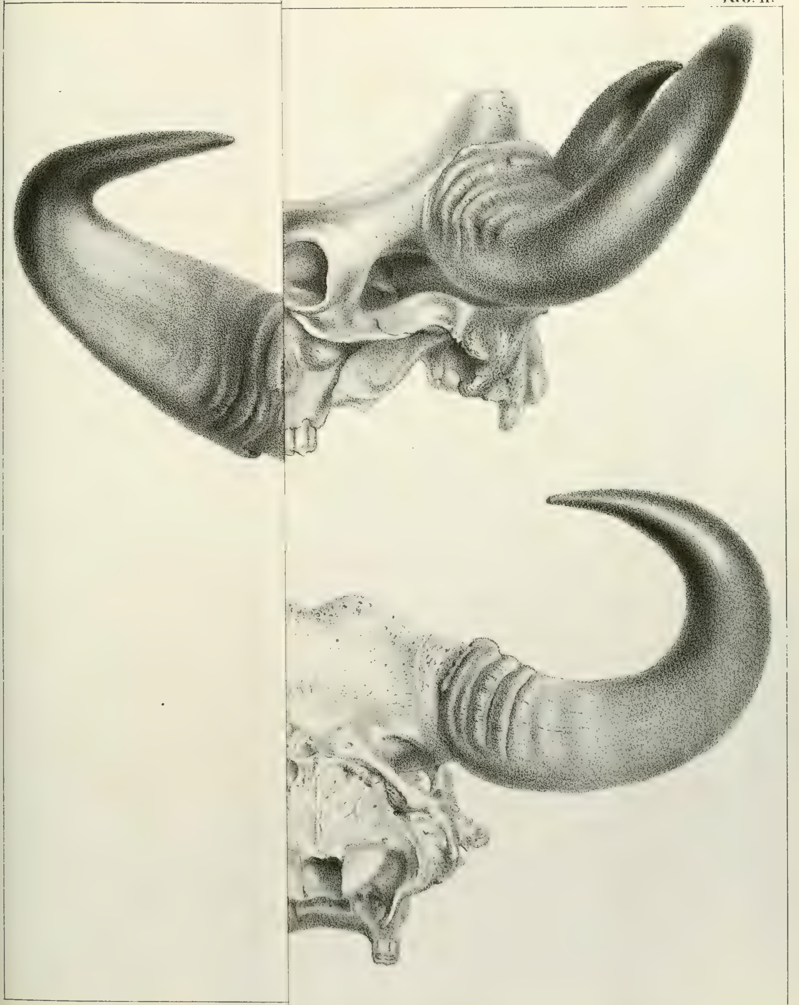


Lith. G. Wolf in Basel

s Falcon.) etruscus.



Fig. 1. 2. Bubalus (Hemibos Falcon.) triquetricornis. — Fig. 3-5. Bos (Amphibos Falcon.) etruscus.



Lith. G. Wolf in Basel



Bos Gaurus. ♂.



Lith G. Wolf in Basel



Lith. G. Wolf in Basel

Bos primigenius. Wildvieh von Chillingham-Park.



Lith. G. Wolf in Basel



Bos primigenius Wildvieh von Lyme-Park

Fossile Hymenopteren

aus Oeningen und Radoboj.

Von

Dr. Oswald Heer.

I. Zunft: Anthophila. Blumenwespen.

Erste Familie: Bienen.

I. Apis L.

1. Apis adamitica m. Taf. III. Fig. 11., zweimal vergrössert.
Heer, Urwelt der Schweiz S. 386. Fig. 287.
Oeningen, Kesselstein.

Die abgebildete Biene hat grosse Aehnlichkeit mit der Honigbiene (Apis mellifica L.). Am Kopf ist das eine grosse Auge erhalten, die Nebenaugen sind nicht mit Sicherheit zu erkennen. Der Thorax ist stark zusammengedruckt und von brauner Farbe. Die Flügel sind grossentheils zerstört, doch erkennt man eine Zahl von Zellen, welche, soweit sie erhalten sind, mit denen von Apis übereinstimmen.

Der Hinterleib ist länglich oval, nach hinten verschmälert und fast zugespitzt; gelbbraun mit hellen Querbandern. Er ist platt gedruckt und daher die Zahl der Ringe schwer zu ermitteln. Der erste zunächst dem Stiele ist kurz, der zweite länger und in der Mitte von einem hellen Streifen durchzogen; die vier folgenden sind kürzer und allmälig schmäler werdend.

Beine und Fühler sind verloren gegangen.

III. Bombus Latr.

2. b. Bombus Jurinei Hr. Taf. III. Fig. 8.
Heer, Urwelt der Schweiz S. 386. Fig. 296.
Oeningen, Kesselstein.

Das Fig. 8. abgebildete Thier ist etwas grösser als das in der Urwelt dargestellte; der Kopf fehlt ihm ebenfalls, dagegen sind die Flügel und Brust besser erhalten. Letztere ist rundlich, 4 Lin. lang und ebenso breit. Die Flügel sind kurz und reichen nicht bis zur Hinterleibspitze; ihr Geäder ist grossentheils verwischt. Der Hinterleib hat eine Länge von 6½ Lin. bei einer Breite von 5¼ Lin., er ist hinten ganz stumpf zugerundet und dort mit ziemlich langen Haaren besetzt, während der übrige Theil des Hinterleibs kahl ist. Diess aber wohl nur, weil die Haare abgerieben wurden, wie denn

der Leib stark zusammengedrückt ist. An den Hinterbeinen ist die kurze, vorn verdickte Schiene und das ebenso lange, grosse und langbehaarte erste Tarsenglied wohl erhalten.

Hat die Grösse des Bombus virginalis und erinnert in der Tracht auch an Xylocopa.

2. c. Bombus abavus Hr. Taf. III. Fig. 9., vergrössert Fig. 10.

B. thorace magno, abdomine globoso.

Oeningen, Kesselstein.

Der Kopf ist stark zerdrückt, auf der rechten Seite treten die Mundtheile hervor. Der Thorax ist sehr gross und rundlich, der Hinterleib kuglicht. Die Beine haben kurze, dicke Schienen, das erste Tarsenglied der Hinterbeine ist gross und mit langen Haaren besetzt.

3. Bombus grandaevus Hr. Taf. III. Fig. 6., vergrössert Fig. 7.

Heer, Insektenfauna der Tertiärgebilde II. S. 96.

Oeningen, Kesselstein.

Hat ganz die Grösse des unter obigem Namen von Radoboj beschriebenen Thieres, der Hinterleib ist aber in der Mitte etwas mehr verbreitert und das Exemplar überhaupt nicht vollständig genug erhalten, um eine ganz sichere Vergleichung und Bestimmung zu gestatten. Der Thorax ist gross, an den Seiten gerundet, der Hinterleib 3 Lin. lang und braunschwarz. An den Hinterbeinen ist das grosse und behaarte erste Tarsenglied erhalten.

IV. Anthophorites Hr.

7. b. Anthophorites longaeva Hr. Taf. III. Fig. 13.

Radoboj.

Der Kopf fehlt, der Thorax ist 2½ Lin. lang und ebenso breit. Die Flügel sind grossentheils zerstört. Der Hinterleib ist länglich oval, mit kurzen Segmenten. An dem Hinterbein ist die Schiene von der Länge des ersten Tarsengliedes.

Oeningen. Fig. 12.

Das Thier ist stark zusammengedrückt, der Thorax 2½ Lin. lang, der Hinterleib 4¾ Lin. lang bei 3 Lin. Breite. Er hat ganz dieselbe Form und dasselbe Längenverhältniss der einzelnen Segmente, wie das Thier von Radoboj, und da auch die Brust in Grösse und Form übereinstimmt, habe ich sie vereinigt.

Ist sehr ähnlich A. Mellona, aber beträchtlich grösser.

7. c. Anthophorites thoracica Hr. Taf. III. Fig. 14.

A. thorace incrassato. abdomine ovali.

Radoboj.

Ist ausgezeichnet durch den sehr grossen Thorax, welcher eine Breite von $2\frac{3}{4}$ Lin. bei einer Länge von 2 Lin. hat. Seine Seiten sind gerundet. Die Flügel reichen nicht bis zur Spitze des Hinterleibes; dieser ist oval und etwas schmäler als der Thorax. Die grösste Breite, welche auf die Mitte fällt, beträgt nur $2\frac{1}{8}$ Lin.

II. Zunft: Praedonia. Raubwespen.

Erste Familie: Wespen.

Vespa L.

1. Vespa crabroniformis m. Taf. III. Fig. 15.

V. thorace nigro, abdomine pedibusque lividis.

Radoboj: auf demselben Stein die Formica occultata (Fig. 15. b.) und Limnobia vetusta (Fig. 15. c.).

Hat die Grösse der Hornisse. Der Kopf fehlt und der Thorax ist stark zerdrückt, er ist schwarz. Der Vorderflügel hat eine Länge von $8\frac{1}{2}$ Lin. und eine grösste Breite von $2\frac{1}{2}$ Lin., der Unterflügel ist $6\frac{1}{2}$ Lin. lang. Das Geäder tritt ziemlich deutlich hervor und stimmt zu dem der Wespen; der linke Flügel ist nach Art der Wespenflügel der Länge nach gefaltet und daher scheinbar sehr schmal. Der Hinterleib und die Beine sind braungelb gefärbt. Die Hinterbeine wohl erhalten, mit starkem Schenkel, vorn etwas verdickter Schiene und dünnen Fussgliedern.

Zweite Familie: Formicaria. Ameisen.

Formica L.

11. Formica procera. Insektenfauna der Tertiärgebilde S. 112. Taf. I. Fig. 1.

Oeningen. 5 Ex. Z. U. S., wovon zwei besonders schön erhaltene Stücke; das eine ist braun, das andere dunkel braunschwarz. Der Fühler-

schaft ist $1\frac{1}{4}$ Lin. lang und auswärts etwas verdickt; die Geissel ist fast 2 Lin. lang und auswärts etwas verdünnt; sie besteht aus dünnen, cylindrischen Gliedern. Das Flügelgeäder stimmt ganz mit dem der Formica heracleana überein.

12. Formica lignitum. S. 112. Taf. 1. Fig. 2.

Oeningen. 11 Ex. Z. U. S. Bei einem Stück sind die Fühler wohl erhalten; der Schaft ist auswärts etwas verdickt, die Geissel etwas dünner werdend und besteht aus cylindrischen Gliedern.

Radoboj. 4 Exemplare.

Zu dieser Art, welche mir früher nur von Oeningen bekannt war, glaube ich vier in Radoboj gefundene Stücke rechnen zu können. Sie zeichnen sich von der F. obesa und pinguis durch die dunkel braunschwarze Farbe und den schmälern Hinterleib aus und stimmen darin mit der F. lignitum überein, mit der sie auch in der Form des Kopfes und der Brust übereinstimmen. Der Kopf ist am Grunde am breitesten, und vorn mit zwei starken Oberkiefern versehen. Die Flügel fehlen zwei Exemplaren, bei den andern sind sie theilweise zerstört, doch sieht man deutlich, dass die kleine Discoidalzelle fehlt. Die Beine und Mandibulen sind hellgelb gefärbt. Neben einem Exemplar liegt eine undeutliche Käferflügeldecke. (Fig. 2. b.)

12. b. Formica gracilis m. Taf. I. Fig. 3.

Nigro-brunnea, valde elongata; capite ovali, thorace oblongo, abdomine ovali.

Ganze Länge $7\frac{1}{4}$ Lin., Länge des Kopfes $1\frac{1}{2}$ Lin., des Brustkastens $2\frac{1}{2}$ Lin., des Hinterleibes $3\frac{1}{4}$ Lin., Breite des Kopfes $\frac{7}{8}$ Lin., des Brustkastens $1\frac{1}{4}$ Lin., des Hinterleibes $1\frac{7}{8}$ Lin.

Radoboj. 2 Exemplare.

Ist zwar der F. lignitum nahe stehend, allein viel schlanker gebaut und dadurch von allen Arten dieser Abtheilung zu unterscheiden.

Der Kopf ist oval, etwas unterhalb der Mitte am breitesten; die Fühler haben einen zarten Schaft, welcher etwas über den Kopfgrund hinausreicht; der Brustkasten ist länglich oval, in der Mitte am breitesten und nach beiden Enden gleichmässig verschmälert. Der Hinterleibskörper ist oval und zeigt uns deutlich 4 Segmente, von denen die zwei mittlern

bedeutend länger und breiter sind als das erste und letzte. Die Flugel sind bei beiden Exemplaren grossentheils zerstort, sie scheinen uber die Hinterleibsspitze hinaus gereicht zu haben; man sieht deutlich, dass keine innere Discoidalzelle vorhanden und dass nur zwei Cubitalzellen da gewesen, so dass das Thier nicht zu den Poneren gehoren kann, an welche seine Tracht erinnert.

13. b. Formica fragilis m. Taf. I. Fig. 4.

Minuta, brunnea, thorace pallido, abdomine ovali.

Ganze Länge 1 [illegible] Lin., Länge des Kopfes nicht ganz 1/2 Lin.; Länge des Thorax [illegible] Lin., Breite [illegible] Lin.; Länge der Flügel 2 Lin., des Hinterleibes 3/4 Lin. bis 7/8 Lin., Breite 2 Lin.

Radoboj. 12 männliche Exemplare und 1 weibliches.

a. Das Weibchen. Taf. I. Fig. 4. a., vergrössert b.

Das Stuck ist zerfallen; Kopf und Brustkasten fehlen ganz, dagegen sind die Flugel wohl erhalten, auch der Hinterleibskorper. Es hat das Thierchen die Grosse der F. minutula, allein das Flugelgeader ist anders: es fehlt namlich die innere, geschlossene Discoidalzelle. Nach dem Geader gehort das Thierchen entweder zur ersten Abtheilung von Formica oder zu Attopsis; da Exemplare von ganz gleicher Flugelgrosse und Geader vorkommen, bei welchen der Hinterleib funfgliedrig ist und der Hinterleibsstiel einfach, haben wir wohl dieses Thierchen als das Weibchen derselben Art und somit als eine Formica zu betrachten. Allerdings sind alle fossilen Formicen der ersten Abtheilung grosse, ansehnliche Thiere und auch die Mehrzahl der Jetztwelt. Jedoch kommt in der Tropenwelt (tropischen Africa) eine Art dieser Abtheilung vor, welche nur [illegible] — 1 Lin. lang ist und auch durch den runden Hinterleib an unser Thierchen erinnern dürfte. Es ist diess die Formica longicornis Latr. (zu welcher wohl auch die F. viridula Nylander gehört).

Die Flugel haben ein starkes, schwarzes Geäder; das Stigma ist braunlich; die v. scapularis der Randader sehr genahert; die innere Cubitalzelle ist gross; die Discoidalzelle ist sehr gross und offen; die innere fehlt also ganzlich, was an beiden Oberflugeln deutlich zu sehen ist. Die basale Zelle der area interno-media ist klein, die apicale viel grosser. Der Hinterleib ist kurz oval, mit 4 ziemlich gleich langen Segmenten; er ist braunschwarz.

b. Das Männchen. Taf. I. Fig. 5. a., vergrössert b.

Der Kopf und Hinterleib sind dunkelbraun, der Thorax dagegen hellgelb. Der Kopf ist rundlich, etwas schmaler als der Thorax; bei einem Exemplar sieht man die zwei

ziemlich langen Fühlerschäfte: der Thorax ist eiförmig, bei der Flügeleinfügung am breitesten, nach vorn stumpf zugerundet, nach hinten ziemlich stark verschmälert; die Flügel sind lang und zeigen bei einigen Exemplaren deutlich den oben beschriebenen Aderverlauf: die Hinterflügel sind viel kleiner und ihr Geäder stimmt ganz mit dem der übrigen Ameisen überein. Der Vorderleibsstiel ist ein kleines, rundliches Knötchen; der Hinterleibskörper ist länglich oval; man erkennt bei den einen 5, bei den andern 6 Segmente; bei dem auf Fig. 5 b. dargestellten Stück tritt auch das sehr kleine siebente Endsegment noch hervor.

15. Formica indurata. S. 116. Taf. I. Fig. 6. a. b.

Radoboj. 3 Exemplare.

Ganze Länge $6\frac{3}{4}$ Lin.; Kopflänge stark 1 Lin.; Länge des Thorax $2\frac{1}{4}$ Lin., des Hinterleibes $3\frac{1}{2}$ Lin.

Fünf später mir zugekommene Exemplare dieser mir früher nur in einem sehr unvollständigen Stücke bekannten Art lassen eine vollständigere Beschreibung zu und zeigen, dass meine frühere Deutung die richtige war.

Der Kopf ist oval, der Fühlerschaft reicht bis zu seinem Grunde und ist schlank; die Geissel ist sehr undeutlich, scheint aber überall ziemlich gleich dick gewesen zu sein. Der Thorax ist länglich oval und kohlschwarz. Die Flügel reichen beträchtlich über die Hinterleibsspitze hinaus und haben nur eine offene Discoidalzelle. Unrichtig habe ich (II. S. 116) den einzig erhaltenen Flügel des dort beschriebenen Thieres als Unterflügel gedeutet; es ist ein Oberflügel, indem eine genauere Untersuchung den Verbindungsast zwischen der v. interno-media und scapularis zeigt. Der Hinterleib ist länglich oval.

Ob Männchen von Formica obesa?

16. Formica heraclea. S. 116. Taf. I. Fig. 7., vergrössert.

Die spätern Sendungen von Radoboj enthielten 3 Exemplare männlicher Ameisen, welche zu dieser zu gehören scheinen; doch sind sie zu einer genauen Vergleichung zu unvollständig erhalten. Das deutlichste Stück ist auf Taf. I. Fig. 7. dargestellt, gehört nach dem Flügelgeäder zur ersten Abtheilung der Ameisen und in Grösse zu den kleineren Exemplaren der F. heraclea, nur ist der Hinterleib hinten weniger verschmälert.

Der Kopf ist sehr klein, oval, am Grunde gerundet; der Fühlerschaft ist lang und dünn. Der Brustkasten scheint oval, in der Mitte stark erweitert, vorn sehr stumpf zugerundet gewesen zu sein. An den Flügeln findet man nur Eine Discoidalzelle, welche offen ist. Die Beine haben mässig dicke Schenkel und dünne Schienen. Der Hinterleibskörper ist sehr stark zerdrückt und darum seine Form verändert; doch erkennt man an demselben 6 Segmente.

Hieher gehört wahrscheinlich auch die auf Taf. XI. Fig. 15. c II. Theil dargestellte Ameise, welche ich früher als Varietät zu F. pinguicula gezogen hatte.

17. Formica pinguicula. S. 118. Taf. I. Fig. 8.

Radoboj. 3 Exemplare.

Diese 3 ziemlich gut erhaltenen Stücke stimmen in Grösse mit dem Oeninger überein: sie sind schwarz. Der ovale Kopf ist bedeutend schmaler als der Thorax: dieser ist in der Mitte stark verbreitert. Die Flügel reichen über die Hinterleibsspitze hinaus und haben nur eine, offene Discoidalzelle. Die Beine sind ziemlich lang und schlank. Der Hinterleib ist lang und schmal und deutlich sechsgliedrig.

18. b. Formica Freyeri. Taf. I. Fig. 9.

Capite ovato thorace latiore, hoc angustato, abdomine pallido (?), basi nigro.

Länge des Kopfes $1^1/_4$ Lin., Breite $1^1/_8$ Lin.; Länge des Thorax $2^1/_4$ Lin., Breite stark 1 Lin.: Breite des Hinterleibes fast 2 Lin.: Länge der Flügel $5^1/_2$ Lin.

Radoboj. 1 Exemplar.

Die Grösse der Flügel und der Aderverlauf ist wie bei der F. obscura, und man könnte versucht sein, das Thier für den vorderen Theil der F. obscura zu halten, wäre nicht das zweite Hinterleibssegment hellfarbig, was darauf hinweist, dass der Leib gelb war und nur das erste Segment schwarz, während bei der F. obscura der ganze Hinterleib gleichfarbig schwarz ist.

Der Kopf ist gross, am Grunde ganz stumpf zugerundet, vorn dagegen stark verschmälert; die Oberkiefern scheinen ziemlich gerade zu sein; die Augen sind sehr klein: der Fühlerschaft reicht nicht ganz bis zum Kopfgrund. Der Thorax ist lang und schmal, etwas schmäler als der Kopf und wie der Kopf braunschwarz. Die Flügel sind gross;

sie haben eine trapezförmige, ziemlich grosse innere Discoidalzelle; die äussere Cubitalzelle stösst in einem spitzen Winkel an die innere. Vom Hinterleibskörper sind nur die beiden ersten Segmente erhalten; sie sind viel breiter als der Thorax; das erste, am Grunde stumpf zugerundete, ist schwarzbraun, das zweite blass gefärbt. Am Grunde des ersten bemerkt man auf der Seite einen hellfarbigen, kurzen Streifen; ob dieser den in ein blattartiges Schüppchen verbreiterten Stiel oder aber einen an diesem befestigten Stachel darstelle, wage ich nicht zu entscheiden; einen eigentlichen Stiel habe ich nicht gesehen und ist mir die Stellung dieses Thieres unter Formica zweifelhaft.

22. Formica Lavateri. S. 127. Taf. I. Fig. 10.
Oeningen, Kesselstein, neben Ahornblättern.

Besser erhaltene Exemplare der Formica obtecta zeigten mir, dass diese Radoboj-Art mit der F. Lavateri zu vereinigen ist. Sie sind dunkel braunschwarz gefärbt, der Thorax ist beträchtlich breiter als der Kopf, vorn sehr stumpf zugerundet; die Flügel reichen über die Hinterleibsspitze hinaus; ihr Geäder ist sehr verwischt. Am Hinterleib sind das erste und letzte Segment sehr kurz, die mittlern aber viel länger; er ist an beiden Enden stumpf zugerundet.

Var. major. Taf. I. Fig. 10. b.
Radoboj.

Schien mir anfänglich von der F. Lavateri (obtecta) verschieden. Sie ist grösser (erreicht eine Länge von $5^1/_2$ Lin., die Vorderflügel $5^1/_2$ Lin. Länge bei $1^5/_8$ Lin. Breite) und ist dunkelschwarz gefärbt, doch stimmt sie in den Grössenverhältnissen und Form der einzelnen Organe sowohl mit derselben überein, dass sie wahrscheinlich als Varietät dazu gezogen werden muss. Sie nähert sich auch der F. obscura, ist aber etwas kleiner und namentlich ist der Hinterleib kürzer und verhältnissmässig etwas dicker. An den Flügeln ist das Geäder leider auch verwischt; die innere Discoidalzelle scheint ziemlich gross und rautenförmig gewesen zu sein. Bei einem Stück bemerkt man am Hinterleib eine Zahl rundlicher Körnchen, welche vielleicht von den Eiern herrühren.

24. Formica ophthalmica. S. 125.
Radoboj. 32 Exemplare; eines liegt neben Fischknochen.

Diese Art ist mit den vier folgenden nahe verwandt und unvollständige Exemplare dieser Arten sind nur mit Mühe zu unterscheiden. Ich will daher die wichtigsten Unterschiede dieser fünf Arten kurz zusammenstellen.

	Formica ophthalmica.	Formica macrocephala.	Formica Ungeri.	Formica Redtenbacheri.	Formica oblita.
Kopf:	gross, oval, mit deutlich vortretenden ovalen Augen; länger und dabei schmäler als bei den andern Arten.	sehr gross; am Grund am breitesten, nach vorn verschmälert.	rundlich; Augen ziemlich gross, oval.	kurz oval, mit kleinen Augen.	rundlich, mit kleinen Augen, am Grund am breitesten.
Thorax:	länglich oval, vorn breiter und ganz stumpf zugerundet, so breit wie der Kopf.	in der Mitte am breitesten und nach beiden Seiten allmälig sich zurundend, vorn stumpfer; etwas schmäler als der Kopfgrund.	vorn stumpf zugerundet, am Grund stark verschmälert.	vorn sehr stumpf zugerundet, so breit als der Kopf, am Grund ziemlich verschmälert.	von Kopfbreite, oval und an beiden Enden stumpf.
Flügel:	mit grosser trapezförmiger innerer Discoidalzelle, beinahe zur Stelle reichend, wo sich die v. externomedia mit der v. internomedia verbindet.	mit kleiner, schwach trapezförmiger innerer Discoidalzelle, sie ist kaum länger als breit.	mit kleiner, schwach trapezförmiger innerer Discoidalzelle, die etwas länger als breit.	innere Discoidalzelle ziemlich gross, länger als breit, stark trapezförmig.	Discoidalzelle klein, trapezförmig.
Hinterleib:	oval, in der Mitte schwach erweitert, am Ende sehr stumpf zugerundet; die mittlern 2 Segmente wenig länger als die übrigen.	die mittlern 2 Segmente beträchtlich länger, die beiden Enden stumpf und in der Mitte nicht stark erweitert.	oval, in der Mitte stark erweitert und an den Enden weniger stumpf, die 2 mittleren Segmente die längsten; ausgezeichnet durch den von der Mitte nach beiden Enden stark verschmälerten Hinterleib; braun mit hellen Beinen und Bauchrändern.	sehr kurz oval, an den Enden sehr stumpf zugerundet.	kurz oval, stumpf.

25. Formica macrocephala. S. 125. Taf. I. Fig. 11.

Radoboj. 41 Exemplare, von welchen aber mehrere sehr unvollständig erhalten und daher zweifelhaft.

Die Fühler sind zart gebaut, der Schaft reicht über den Kopfgrund hinab, die Geissel ist überall gleich dick und sehr fein. Die Flügel sind gross und weit über die Hinter-

leibsspitze hinausreichend. Die innere Discoidalzelle der Flügel ist auf II. Abth. Taf. IX. Fig. 10. b. etwas zu gross und zu stark rautenförmig gezeichnet.

Var. b. etwas grösser und in allen Theilen stärker.

Radoboj, auf demselben Steine, neben Limnobia vetusta und Cystoseira communis.

28. Formica Ungeri. S. 128.

Radoboj. 50 Exemplare.

Var. b. Tota nigra. Bei der F. Ungeri sind die Ränder des Hinterleibes heller gefärbt; bei zwei Exemplaren ist die ganze Oberseite des Körpers kohlschwarz gefärbt Das eine Exemplar hat wohl erhaltene Fühler, der Schaft reicht etwa bis zum Kopfgrund und besitzt eine feine überall gleich dicke Geissel.

29. Formica Redtenbacheri. S. 129.

Radoboj. 62 Exemplare.

Bei einigen Exemplaren sind auch die Fühler erhalten: sie sind ziemlich lang und sehr zart gebaut. Der Schaft reicht beträchtlich über den Kopfgrund hinaus, die Geissel ist sehr dünn und überall von gleicher Dicke.

29. b. Formica oblita m. Taf. I. Fig. 12., vergrössert b.

Nigra, capite rotundato, latitudine thoracis, hoc ovali apice basique valde obtuso; abdomine breviter ovali.

Ganze Länge $3\frac{5}{8}$ Lin.; Länge des Kopfes $\frac{7}{8}$ Lin., Breite $\frac{3}{4}$ Lin.; Länge des Thorax stark 1 Lin., Breite $\frac{3}{4}$ Lin.; Länge des Hinterleibes ohne Stiel $1\frac{3}{4}$ Lin., Breite $1\frac{1}{4}$ Lin.; Flügellänge $3\frac{3}{8}$ Lin.

Radoboj. 2 Exemplare.

Das ganze Thier ist kohlschwarz gefärbt; die Flügel bräunlich. Der Kopf ist rundlich, am Grunde am breitesten und stumpf zugerundet; die Augen sind klein. Die zarten Fühler haben einen dünnen Schaft, welcher über den Kopfgrund hinausreicht, die Geissel ist länger als der Schaft und auswärts nicht verdickt. Der Thorax ist von der Breite des Kopfes und an beiden Enden sehr stumpf zugerundet; er ist gegen den Grund hin nicht verschmälert. Die Flügel sind ziemlich gross und zeigen ein ziemlich starkes, deutliches Geäder; die innere, geschlossene Discoidalzelle ist klein und trapezförmig, wenig länger

als breit. Der Hinterleibsstiel ist undeutlich, scheint aber ziemlich breit gewesen zu sein: der Körper ist kurz oval und an beiden Enden ganz stumpf zugerundet; die beiden mittlern Segmente sind beträchtlich länger als das erste und vierte.

Steht den vorigen zwar sehr nahe, unterscheidet sich aber von der F. Redtenbacheri vorzüglich durch die kleinere innere Discoidalzelle und den etwas längeren Hinterleib, von der F. Ungeri durch die dunkelschwarze Farbe und andere Form des Thorax und Hinterleibes, von der F. macrocephala durch den etwas kleineren Kopf und überhaupt schmächtigere Gestalt. Auch mit der Poneropsis elongatula hat sie in der Tracht Aehnlichkeit; aber der Thorax ist bei der Poneropsis in der Mitte mehr erweitert und der Hinterleib an beiden Enden stärker verschmälert.

30. Formica globularis. S. 131.

Radoboj. 38 Exemplare.

Bald heller, bald dunkler braunschwarz gefärbt; der Kopf am Grunde am breitesten. Zwei Exemplare, welche sonst dieselbe Tracht haben, sind heller gefärbt, etwas kleiner und man sieht an der Hinterleibsspitze noch das fünfte Segment. Vielleicht sind diess die Männchen.

32. Formica longaeva. S. 132.

Radoboj. 16 Exemplare.

Variirt in der Grösse von 3 — $3\frac{1}{4}$ Lin. Der Kopf ist bei den grösseren Exemplaren $\frac{3}{4}$ Lin. lang und $\frac{5}{8}$ Lin. breit. Er ist oval und von der Breite des Thorax. Der Fühlerschaft reicht kaum über den Kopfgrund hinaus. Das Thier scheint im Leben gelbbraune Farbe gehabt zu haben.

33. b. Formica capito m. Taf. I. Fig. 13., vergrössert 13. b.

Livida, capite basi obtuso, thorace latiore; hoc angusto; abdomine ovali.

Ganze Länge $3\frac{1}{8}$ Lin.; Länge des Kopfes $\frac{3}{4}$ Lin., Breite fast $\frac{5}{8}$ Lin.; Länge des Thorax $\frac{3}{4}$ Lin., Breite $\frac{1}{2}$ Lin.; Länge des Hinterleibes $1\frac{5}{8}$ Lin., Breite 1 Lin. Flügellänge $2\frac{1}{2}$ Lin.

Radoboj. 1 Exemplar; Aix (ein sehr schönes Exemplar im Zürch. Mus., das ich von dort mitbrachte).

Steht zwar der F. ocella nahe, unterscheidet sich aber durch den am Grunde stumpf zugerundeten Kopf und kleineren Thorax. Auch der Poneropsis pallida ist sie sehr ähnlich, aber durch das Flügelgeäder zu unterscheiden.

Der Kopf ist gross, rundlich, mit kleinen Augen. Der Thorax klein, länglich, schmäler als der Kopf. Die Flügel ziemlich gross, das Geäder verwischt (etwas deutlicher auf dem Abdruck).

33. c. Formica Kollari m. Taf. I. Fig. 14., vergrössert 14. b.

Nigra, capite rotundato, thorace oblongo, elongato paulo angustiore; alis elongatis, abdomine breviter ovali.

Ganze Länge 2⅞ Lin.; Länge des Kopfes stark ⅝ Lin., Breite ebenfalls; Länge des Thorax 1 Lin., Breite ¾ Lin.; Länge des Hinterleibs 1¼ Lin., Breite fast 1 Lin.; Länge der Flügel 3¼ Lin.

Radoboj. 1 Exemplar.

Ist von der F. ocella durch den längeren Thorax, kürzeren Hinterleib und gerundeten Kopf leicht zu unterscheiden, von der F. occultata durch beträchtlichere Grösse, längeren und auch verhältnissmässig grösseren Kopf.

Der Kopf ist fast kreisrund; der Thorax ist wenig breiter als der Kopf und länglich, mit ziemlich parallelen Seiten und gleichmässig zugerundeten Enden. Die Flügel sind sehr gross und weit über die Hinterleibsspitze hinausreichend; die innere Discoidalzelle ist klein, fast etwas breiter als lang und trapezförmig. Der Hinterleib ist kurz oval, gleichmässig zugerundet, 4gliedrig.

34. Formica occultata. S. 134.

Radoboj. Die 4 Sendungen vom Jahre 1849 enthalten 348 Stücke, wovon 221 Stücke von Morlot gesammelt wurden. Ich zählte 257 Weibchen und 61 Männchen, 30 sind mir dem Geschlecht nach zweifelhaft. Dazu kommen noch weitere 194 Stück vom Jahre 1850, so dass im Ganzen (mit den frühern 52 Stück) mir 594 Exemplare zugekommen sind. Neben einem Exemplar liegt ein Aestchen von Callitris Brogniartii Endl.; auf einem Steine liegen etwa 30 Stücke beisammen. Auch diese neuen Zusendungen zeigen daher, dass diese kleine schwarze Ameise das gemeinste Thier der

Radoboj-Fauna ist, welches in erstaunlich grosser Masse da gelebt haben muss, denn selten sieht man grössere Platten, auf welchen nicht einzelne Stücke desselben sich vorfinden. Auffallend ist, dass von diesem so gemeinen Thierchen nicht auch einzelne Flügellose gefunden werden.

36. Formica minutula. S. 136. Taf. I. Fig. 15., vergrössert.

Radoboj. 13 Exemplare; ein Exemplar von Aix (M. Murchison).

Diese kleine Ameise hat eine viel hellere Farbe, als die F. occultata, longipennis und pumila; der Thorax namentlich ist hellgelblich gefärbt, wogegen der Kopf eine mehr oder weniger dunkle, bräunliche Farbe hat. Die Flügel sind gross und reichen weit über die Hinterleibsspitze hinaus. Besonders zeichnet sie der lange, schmale Thorax aus.

Der Kopf ist rundlich und von der Breite des Thorax; dieser ist lang und schmal, nach hinten stärker verschmälert. Die Flügel sind lang ($2^1/_8$ Lin.); man erkennt deutlich die äussere geschlossene, schwach rautenförmige Discoidalzelle; die Unterflügel sind theilweise zerstört; der Hinterleib ist etwas breiter als der Thorax.

37. Formica pumila. S. 137.

Radoboj. 14 Exemplare; darunter ein Männchen, das mit dem Weibchen auf demselben Steine liegt.

40. Formica primitiva. S. 129.

Oeningen; unterer Bruch. 4 Exemplare Z. U. S., zwei sind wohl erhalten und kohlschwarz.

41. Formica demersa. S. 141.

Oeningen; unterer Bruch. 3 Exemplare Z. U. S.

Ein sehr wohl erhaltenes Exemplar, auf Taf. I. Fig. 16. dargestellt. Das Thier ist braun, hat einen ziemlich langen Fühlerschaft und eine sehr zarte Geissel. Am ovalen Hinterleibskörper sind die fünf braunen Segmente durch weisse Linien von einander getrennt.

43. Formica obvoluta. S. 141. Taf. I. Fig. 17. a.

Radoboj. 4 Exemplare.

Ganze Länge 4 Lin.; Länge des Kopfes [illegible] Lin., Breite $^5/_8$ Lin.; Länge

des Thorax $1\frac{1}{2}$ Lin., Breite 1 Lin.; Länge des Hinterleibes $1\frac{3}{4}$ Lin., Breite stark $1\frac{1}{4}$ Lin.; Flügellänge $3\frac{1}{4}$ Lin.

Früher kannte ich nur ein Exemplar, das in seitlicher Lage vorliegt; später sind mir noch drei zugekommen, welche mit demselben in den wesentlichen Verhältnissen übereinstimmen und bei deren besserer Erhaltung eine vollständigere Beschreibung gestatten.

Das ganze Thier ist kohlschwarz, wenig glänzend. Der Kopf sehr klein, rundlich; der Thorax viel grösser, in der Mitte stark erweitert, nach beiden Enden gleichmässig verschmälert. Die Flügel reichen nicht weit über die Hinterleibsspitze hinaus; ihr Geader ist verwischt, doch erkennt man ein schwarzes Mahl. Der Hinterleibskörper ist länglich eiförmig, etwas vor der Mitte am breitesten und vorn sehr stumpf zugerundet; er zeigt bei einem Exemplar deutlich 6, bei einem andern 5 Segmente, die unter sich ziemlich von gleicher Länge sind.

44. Formica acuminata. S. 142. Taf. I. Fig. 17. b., vergrössert.

Radoboj. 2 Exemplare.

Beide Exemplare glänzend schwarz und der Hinterleib hinten stark zugespitzt.

45. Formica pulchella. S. 142.

Oeningen; oberer Bruch, in der obersten Schicht, dem sogenannten Abraum.

Das Exemplar ist zwar schlecht erhalten, flügellos, doch scheint es zu dieser Art zu gehören.

46. Formica oculata. S. 143. Taf. I. Fig. 18., dreimal vergrössert.

Radoboj. 26 Exemplare.

Flügellänge $3\frac{1}{2}$ Lin.

Die letzten Sendungen enthalten viel vollständigere Exemplare, als mir früher bekannt waren.

Sie ist glänzend schwarz, mit sehr kleinem, rundem Kopf. Die Fühler sind lang und äusserst zart gebaut; sie haben einen ziemlich langen, dünnen Schaft und eine noch längere, zartgliedrige Geissel. Der Thorax ist bei der Flügelinsertion am breitesten, nach vorn stumpf zugerundet, nach hinten etwas mehr verschmälert; die Flügel sind gross

und reichen weit über die Hinterleibsspitze hinaus; sie haben eine kleine, rhombische innere Discoidalzelle. Die Beine sind lang und schlank. Der Hinterleibskörper ist länglich oval, in der Mitte am dicksten und nach beiden Enden gleichmässig verschmälert; bei den meisten Exemplaren erkennt man 6 sehr kurze Segmente.

Von der F. pulchella ist sie am leichtesten durch den viel kleineren Kopf zu unterscheiden.

Kommt auch in Aix vor, von wo mir 4 Exemplare vorliegen.

46. b. Formica aemula m. Taf. I. Fig. 19., dreimal vergrössert.

Capite minuto, abdomine oblongo-ovali, nigro, apice pallido.

Ganze Länge $3^1/_8$ Lin., des Kopfes $^1/_2$ Lin., des Thorax $1^1/_8$ Lin., des Hinterleibes $1^1/_2$ Lin., Breite desselben $^3/_4$ Lin.; Flügellänge $3^1/_8$ Lin.

Radoboj. 5 Exemplare.

Steht der vorigen sehr nahe, ist aber viel kleiner, namentlich der Hinterleib dünner und an der Spitze hellfarbig.

Der Kopf sehr klein, rundlich; der Thorax beträchtlich gross und dick; die Flügel lang und mit ziemlich starkem Geäder; die innere Discoidalzelle klein. Der Hinterleibskörper länglich oval, gegen den Grund zu stärker verschmälert als gegen die Spitze, mit 6 kurzen Segmenten; das letzte ist ganz hellgelb, das vierte und fünfte aber vorn braun, hinten gelb.

Dürfte nach der Grösse zu urtheilen das Männchen der F. Redtenbacheri sein.

Var. b. kleiner, nur $2^3/_4$ Lin. lang und ganz schwarz, mit etwas schmälerem Thorax. Ist vielleicht eine besondere Art, doch zu unvollständig erhalten, um darüber zu bestimmen.

Radoboj. 2 Exemplare.

47. Formica atavina. S. 143.

Radoboj. 3 Exemplare.

48. Formica obliterata. S. 144.

Radoboj. 19 Exemplare.

VII. *Poneropsis m.*

Ich fasse unter diesem Namen die fossilen Ameisen zusammen, welche drei Cubitalzellen in den Oberflügeln und einen einknötigen Hinterleibsstiel. aber keine Einschnürung beim zweiten Hinterleibssegment haben. Sie stimmen im Flügelgeäder und dem einknötigen Stiel mit Ponera überein. daher ich sie früher dieser Gattung zugerechnet habe; in der Bildung des Hinterleibes weichen sie aber bedeutend von den Poneren ab. namentlich die Arten mit rundem. dickem Hinterleib.

49. Poneropsis fuliginosa. S. 145.
Radoboj; 5 Exemplare. Oeningen; zahlreiche Stücke.

50. Poneropsis affinis. S. 147.
Radoboj. Oeningen.

50. b. Poneropsis elongata m. Taf. I. Fig. 21.

Elongata, nigra; capite ovato. thorace ovali. latitudine capitis, abdomine elongato, oblongo.

Ganze Länge 6 7/8 Lin.; Länge des Kopfes 1 1/4 Lin., Breite am Grunde 1 1/8 Lin.; Länge des Thorax 1 5/8 Lin., Breite 1 1/8 Lin.; Länge des Hinterleibsstieles 1/2 Lin.. des Hinterleibskörpers 3 1/2 Lin.. Breite stark 1 1/2 Lin.

Radoboj. 5 Exemplare.

Ist beträchtlich länger. dabei aber schmäler als die beiden vorigen Arten. daher an dieser schlankeren Gestalt leicht zu unterscheiden.

Der Kopf ist bei dem am besten erhaltenen Exemplare am Grunde am breitesten. Die Fühler nur am Grunde erhalten; der Schaft war schlank und 3/4 Lin. lang. Der Brustkasten ist oval und nicht breiter als der Kopfgrund. Die Flügel reichen bei einem Exemplar nicht bis zur Hinterleibsspitze, bei den andern scheinen sie länger gewesen zu sein, sind aber sehr undeutlich und theilweise zerstört. Das Geäder ist sehr verwischt, doch sieht man, dass 3 Cubitalzellen da gewesen. Der Hinterleibsstiel erscheint als rundliches, ziemlich grosses Knöpfchen. der Körper ist lang und zeigt deutlich 4 Segmente,

ein fünftes, sehr kleines, tritt an der Spitze hervor; die Segmente sind durch weisse Linien von einander getrennt; die beiden mittlern Segmente sind die längsten; zwischen dem ersten und zweiten Segment scheint eine schwache Einschnürung gewesen zu sein.

52. b. Poneropsis Escheri m. Taf. I. Fig. 22., dreimal vergrössert 22. b.

Livida, capite minuto, abdomine ovali, segmentis quinque, primo ceteris multo longiore.

Ganze Länge $3^{1}/_{2}$ Lin.; Länge des Kopfes $^{1}/_{2}$ Lin; Länge des Thorax $1^{1}/_{4}$ Lin., Breite $^{7}/_{8}$ Lin.; Länge des Hinterleibes $1^{3}/_{4}$ Lin., Breite $1^{1}/_{4}$ Lin.

Oeningen; ein Exemplar im unteren Bruch.

Ist kleiner als die P. longaeva und der Hinterleib verhältnissmässig breiter; von der P. nitida unterscheidet sie sich auch durch etwas geringere Grösse und den in der Mitte mehr verdickten Hinterleib und Brust. Von der Formica orbata, der sie auch sehr ähnlich sieht, ist sie besonders durch das erste kurze Fühlerglied zu unterscheiden, welches (bei verwischtem Flügelgeäder) für die Gattung Poneropsis entscheidet.

Der Kopf ist sehr klein, oval; die Fühler sehr dünn, 13gliedrig; das erste Glied ist cylindrisch und kaum länger als das dritte, das zweite sehr kurz, das vierte wieder kürzer als das dritte, doch etwas länger als das zweite, die folgenden noch etwas kürzer werdend, das letzte oval. Der Thorax ist viel breiter als der Kopf, nach der hinteren Seite etwas mehr verschmälert als nach der vorderen und schwach verkehrt eiförmig. Die Flügel sind grossentheils zerstört. Die Beine ziemlich lang und dünn. Der Hinterleibsstiel ein kleines, kurzes Knötchen. Der Hinterleibskörper oval, das erste Segment ist das längste, die drei folgenden viel kürzer und unter sich fast gleich, das fünfte wieder etwas länger.

Das ganze Thierchen ist bräunlich gefärbt, die Mitte des Rückens, der Grund und die Spitze des Hinterleibes sind etwas dunkler gefärbt.

Ist ein Männchen.

53. Poneropsis nitida. S. 149.

Radoboj. Gr. S. Das Exemplar ist etwas länger und schlanker, doch schlecht erhalten. Durch ein Versehen wird S. 149 Z. 8 und 6 von unten statt auf die Ponera croatica auf die Ponera longaeva gewiesen.

53. b. Poneropsis lugubris m. Taf. I. Fig. 23., vergrössert 23. b. c.

Anthracina, capite parvulo, alis area discoidali interna subparallelogramma; abdomine ablongo-ovali, segmentis sex, primo sequente longitudine aequali.

Ganze Länge $4^1/_2$ Lin.; Länge des Kopfes $^5/_8$ Lin., Breite $^1/_2$ Lin; Länge des Thorax $2^1/_2$ Lin., Breite 1 Lin.; Länge des Hinterleibes (ohne Stiel) $2^1/_4$ Lin., Breite schwach $1^1/_2$ Lin.; Länge der Flügel 4 Lin.

Radoboj. 2 Exemplare.

Steht der Poneropsis croatica nahe, ist aber durch den viel kleineren Kopf, den etwas dickeren, 6 gliedrigen Hinterleib leicht zu unterscheiden; von der P. anthracina durch die beträchtlichere Grösse und durch das grössere erste Abdominalsegment. Dürfte vielleicht als Männchen zu der Poneropsis fuliginosa gehören.

Der Kopf ist sehr klein, oval, am Grunde gerundet. Der Brustkasten viel breiter, bei der Flügelinsertion am breitesten, nach vorn stumpf zugerundet, nach hinten verschmälert. Die Flügel reichen merklich uher die Hinterleibsspitze hinaus; ihr Geäder ist aber schwer zu ermitteln; doch sieht man deutlich bei zwei Exemplaren, dass eine ziemlich kleine innere Discoidalzelle vorhanden ist; sie ist etwas länger als breit und nach aussen nur wenig erweitert; von ihrer äusseren oberen Ecke entspringen deutlich zwei Adern, daher wir drei Cubitalzellen erhalten. Der Hinterleibsstiel ist ein rundliches Knötchen; der Hinterleibskörper ist länglich oval, etwas vor der Mitte am breitesten; das erste Segment ist etwas länger als die folgenden, unter sich fast gleich langen Segmente und erreicht beinahe die Breite des zweiten.

Var. minor. Erreicht nur eine Länge von 4 Lin. und steht somit in Grösse in der Mitte zwischen der P. lugubris und P. anthracina. Anfangs glaubte ich, dass sie den Uebergang zu derselben vermittle und dass daher die P. anthracina nicht spezifisch verschieden sei, allein die andern Längenverhältnisse der Abdominalsegmente nöthigen, sie zu trennen. Vielleicht, dass auch diese mittelgrossen Exemplare eine besondere Art darstellen (vielleicht die Männchen der Ponera affinis), allein ausser der Grösse vermag ich keine Unterschiede zu finden, welche eine solche Trennung rechtfertigen würden. Der Thorax ist stark zerdrückt, ist aber vielleicht verhältnissmässig etwas grösser, als bei der P. lugubris.

Radoboj. 3 Exemplare, das schönste auf dem grossen Stein (Freyer).

53. c. Poneropsis anthracina m. Taf. II. Fig. 8., vergrössert 8. b.

P. anthracina, nitida, abdomine ovali, segmentis 5, primo sequente multo angustiore et breviore; area discoidali interna subparallelogramma.

Ganze Länge 3⅝ Lin.; Länge des Kopfes stark ½ Lin., Breite ebenfalls; Länge des Thorax 1½ Lin., Breite 1 Lin.; Länge des Hinterleibes 1⅝ Lin., Breite 1 Lin.

Radoboj. 4 Exemplare.

Von der P. nitida durch den kürzeren, dickeren Hinterleib zu unterscheiden.

Kohlschwarz, glänzend. Kopf fast kreisrund, viel schmäler als der Thorax; dieser länglich oval. Die Flügel nicht ganz erhalten; ihr Geäder stark und schwarz. Die innere Discoidalzelle ist ziemlich gross, fast parallelogrammisch, auswärts nur wenig erweitert. Von der äusseren Ecke entspringen zwei Adern. Die innere Cubitalzelle ist fünfeckig, viel länger als breit, die mittlere dreieckig; von den beiden Zellen der area internomedia ist die basale sehr lang und fast parallelogrammisch, das Queräderchen ist nahe an die innere Discoidalzelle gerückt. Der Hinterleibskörper ist oval, mit deutlich 6 Segmenten, von welchen das erste und letzte die kürzesten sind; das erste Segment erreicht bei weitem nicht die volle Breite des Hinterleibes, daher das zweite, längere Segment vom Grunde abdomenspitzwärts sich beträchtlich verbreitert.

55. Poneropsis elongatula. S. 150.

Radoboj. 5 Exemplare. Oeningen.

55. b. Poneropsis tenuis m. Taf. II. Fig. 1., viermal vergrössert 1. b.

Nigra, capite minuto, abdomine fusiformi, nigro, apice pallido.

Ganze Länge 2¾ Lin.; Kopflänge ⅜ Lin.; Länge des Thorax ⅞ Lin., Breite ½ Lin.; Länge des Hinterleibes 1½ Lin., Breite stark ½ Lin.; Länge der Flügel 2¼ Lin.; Länge der Fühler stark 1½ Lin.

Radoboj. 7 Exemplare.

Ausgezeichnet durch seinen schlanken Körperbau und lange Fühler mit kurzem erstem Glied. Sieht aus wie eine kleine Schlupfwespe, das

Flügelgeäder und der Hinterleibsbau zeigen aber, dass es ein Männchen von Poneropsis sei. Vielleicht ist es das Männchen von Poneropsis elongatula.

Der Kopf sehr klein, kreisrund; die Fühler sind lang und dünn, überall von gleicher Dicke, das erste Glied scheint nicht viel länger zu sein als die folgenden, diese sind cylindrisch und länger als bei den übrigen mir bekannten Arten. Der Thorax ist oval; die Flügel reichen nicht weit über die Hinterleibsspitze hinaus und haben ziemlich starkes, schwarzes Geäder; unter dem Microscop sieht man, dass sie dicht mit feinen Härchen besetzt sind. Das Stigma ist schwarz; die innere Discoidalzelle ist gross, trapezförmig, auswärts schmäler werdend; sie ist länger als breit und reicht fast bis an die vena scapularis hinauf; von der äussern Ecke dieser geschlossenen Discoidalzelle entspringen zwei Adern, welche ziemlich stark divergiren; das Queräderchen, welches vom Stigma ausgeht, setzt sich deutlich bis zur inneren Ader fort; die innere, geschlossene Cubitalzelle ist fast parallelogrammisch, die mittlere aber dreieckig. Der Hinterleib ist schlank; er ist durch einen deutlich einknötigen Stiel an den Thorax befestigt; das erste Segment ist kürzer als die drei folgenden, das fünfte ist kürzer, das sechste sehr klein. Er ist hinter der Mitte am breitesten und nach vorn stärker verschmälert als nach hinten. Das ganze Thierchen ist braunschwarz, die zwei letzten Segmente dagegen sind blass gefärbt.

55. c. Poneropsis pallida m. Taf. II. Fig. 2., viermal vergrössert 2. b.

Pallida, thorace brunneo, capite basi rotundato, thorace paulo latiore, mandibulis porrectis; abdomine oblongo.

Ganze Länge 3 Lin.; Länge des Kopfes stark $^3/_4$ Lin., Breite $^5/_8$ Lin.; Länge des Thorax $^7/_8$ Lin., Breite $^1/_2$ Lin.; Länge des Hinterleibes $1^3/_8$ Lin., Breite $^7/_8$ Lin.; Länge der Vorderflügel $2^1/_2$ Lin.

Radoboj. Ein Exemplar auf demselben Steine mit Bibiopsis brevicollis u. s. w.

Hat die Tracht und Grösse der Formica ocella, der Kopf ist aber mehr gerundet und der Thorax schmäler.

Der Kopf gross, länglich, hellgelb mit sehr grossen, ganz blassen, vorgestreckten, wenig gebogenen Oberkiefern; die Augen sehr klein; am Grunde ist er stumpf zugerundet, bei den Oberkiefern verschmälert; der Thorax ist schmal und ziemlich lang und von einer etwas dunklen, braunen Farbe, die Flugel sind ziemlich gross; das Stigma lang

und schwarz; die innere Discoidalzelle ist fast regelmässig parallelogrammisch: Cubitalzellen sind deutlich drei, die zweite ist dreieckig und stösst an die innere Discoidalzelle; der Hinterleibsstiel ist ein kleines Knötchen; der Hinterleibskörper ist oval und in der Mitte viel breiter als der Thorax, nach beiden Enden gleichmässig verschmälert; er ist hellgelb, das erste Segment etwas dunkler; es sind 4 Segmente zu erkennen, doch sehr undeutlich.

55. d. Poneropsis Imhoffii. Taf. II. Fig. 3.

Formica Imhoffii. S. 138.

Radoboj. 10 Exemplare. Ein Exemplar auf demselben Stein mit einer Nadelholzzapfenschuppe.

Diese besser erhaltenen Exemplare lassen eine genauere Bestimmung zu; es zeigt nämlich das Flügelgeäder, dass diess Thier zu Poneropsis gehöre. Es steht der Poneropsis ventrosa (S. 151) sehr nahe, unterscheidet sich aber vornehmlich durch den viel kleineren Kopf.

Der Kopf ist sehr klein, rundlich. Die zarten, kurzen Fühler sind fadenförmig und auswärts nicht verdickt. Bei zwei Exemplaren sind die Glieder zu unterscheiden; das erste ist nicht länger als das dritte und liegt mit ihm in der gleichen Linie; das vierte ist von der Länge des zweiten; die äusseren Glieder sind alle von gleicher Länge und Dicke. Bei einem Exemplar fehlen die Flügel, doch stimmt es in Grösse ganz mit den andern überein und ist daher kein geschlechtloses. Die Flügel sind gross und bei einem Exemplare viel besser erhalten als bei dem auf Taf. X. Fig. 10. dargestellten Stücke, daher eine genauere Beschreibung möglich. Die innere geschlossene Discoidalzelle ist parallelogrammisch; von ihrer äusseren Ecke gehen zwei Adern aus, welche denselben Verlauf haben, wie bei den Poneropsen; auch ist das Feld zwischen diesen Adern ebenfalls durch ein Queräderchen in zwei Zellen abgetheilt, daher das Flügelgeäder mit dem der Poneropsen übereinstimmt. Der Hinterleibsstiel bildet ein ziemlich starkes, rundliches Knötchen; am Hinterleibskörper sind bei 2 Exemplaren 6 Ringe zu erkennen; zwischen dem ersten und zweiten ist der Leib nicht eingeschnitten.

55. e. Poneropsis Schmidtii m. Taf. II. Fig. 4.

Formica Schmidtii. S. 139.

Radoboj. 39 Exemplare. M. S., Fr. S., Gr. S.

Früher waren mir nur zwei flügellose Exemplare bekannt; auch von den 39 Stücken, die mir seither zugekommen, sind nur bei wenigen die

Flügel so erhalten, dass ihr Geäder bestimmt werden kann, und diess zeigt uns, dass dieses Thierchen zu Poneropsis gehört.

In Grösse ist sie ziemlich variabel, die kleinsten Stücke sind $3^{1}/_{2}$, die grössten $4^{1}/_{2}$ Lin. lang; der Hinterleibskörper ist aber auch bei diesen nicht über 2 Lin. lang.

Der Kopf ist klein und rundlich (nur eine starke halbe Linie lang und breit). Die Fühler sind zart und auswärts nicht verdickt, das erste Glied scheint nicht länger als die folgenden zu sein. Der Brustkasten gross und dick und an beiden Enden stumpf zugerundet. Der Hinterleib mit einem kleinen einknötigen Stiele; am ovalen Hinterleibskörper erkennt man bei den meisten Exemplaren 6 kurze Ringe, welche unter sich fast von gleicher Länge sind. Die Flügel reichen über die Hinterleibsspitze hinaus. Sie haben ein ziemlich starkes, langes, schwarzes Stigma. Die innere, geschlossene Discoidalzelle ist parallelogrammisch; von der ausseren Ecke gehen zwei Adern aus, welche denselben Verlauf haben, wie bei den Poneropsen, auch ist das Feld zwischen diesen Adern durch ein Queräderchen in zwei Zellen abgetheilt, welches Queräderchen mit demjenigen sich verbindet, das vom Stigma ausläuft. Es ist das Flügelgeäder wie bei Poneropsis, daher wir diese Art dieser Gattung einzuverleiben haben. Sie steht der Oeninger P. ventrosa (S. 151) sehr nahe, ist aber etwas kleiner.

55. f. Poneropsis livida m. Taf. II. Fig. 5., dreimal vergrössert 5. b.

Livida, capite parvulo, oblongo, thorace breviter ovato, medio valde incrassato, alis abdomine globoso multo longioribus.

Ganze Länge fast 4 Lin.; Länge des Kopfes $^{3}/_{4}$ Lin., des Thorax $1^{1}/_{2}$ Lin., Breite fast $1^{1}/_{4}$ Lin.; Länge des Hinterleibskörpers ohne Stiel $1^{5}/_{8}$ Lin., Breite dieselbe.

Radoboj. 1 Exemplar.

Der Kopf ist sehr klein und länglich oval, gegen den Mund etwas vorgezogen; die Augen klein, rundlich. Die Fühler zart und auswärts etwas verdünnt; das erste Glied cylindrisch und etwa $^{1}/_{3}$ länger als das zweite, das dritte von der Länge des ersten, die folgenden von der Länge des zweiten und etwas kürzer werdend. Der Thorax gross, bei der Flügelinsertion stark verdickt, am vorderen Ende sehr stumpf zugerundet. Die Flügel reichen beträchtlich über die Hinterleibsspitze hinaus; sie haben ein ziemlich starkes Stigma und ganz denselben Aderverlauf wie bei den vorigen Arten; die ge-

schlossene Discoidalzelle ist kurz parallelogrammisch; die beiden Adern. welche von ihrer äusseren Ecke entspringen, divergiren schnell stark von einander, so dass die Zellen. welche zwischen ihnen liegen. gross werden. Der Hinterleibsstiel ist eine ziemlich grosse. breite Schuppe. Der Hinterleibskörper ist kreisrund und zeigt 4 unter sich gleich lange Segmente.

Das ganze Thier ist schmutzig bräunlich gefärbt.

Ist ein Weibchen und vielleicht gehört es als solches zu der Poneropsis Schmidtii.

56. b. **Poneropsis morio** m. Taf. II. Fig. 6.. dreimal vergrössert 6. b. c.

Nigra. nitida. thorace ovali. abdomine globoso.

Ganze Länge $4\frac{1}{5}$ Lin.; Kopf $\frac{3}{4}$ Lin.; Länge des Brustkastens fast $1\frac{1}{4}$ Lin.. Breite $1\frac{2}{5}$ Lin.: Länge des Hinterleibes ohne Stiel $1\frac{1}{5}$ Lin.. Breite stark $1\frac{3}{4}$ Lin.; Länge der Vorderflügel 4 Lin.

Radoboj.

Ist der vorigen sehr ähnlich. allein nicht nur durch die glänzend schwarze Farbe. sondern namentlich den viel kleineren Thorax und den verhältnissmässig grösseren Hinterleib zu unterscheiden. Sie hat die Grösse der Poneropsis globosa (Oeningen) S. 151. und hat einen ganz gleich gebildeten Hinterleib. auch selbes Flügelgeäder. allein die Form des Thorax ist anders. indem er schmäler und länger ist.

Der Kopf ist fast kreisrund. viel schmäler als der Thorax. Brust und Hinterleib sind glänzend schwarz: erstere ist oval. nach beiden Enden gleichmässig verschmälert. Die Flügel sind gross und reichen weit über die Hinterleibsspitze hinaus. Ihr Geäder stimmt mit dem der vorigen Arten überein: die innere Discoidalzelle ist ziemlich lang. flügelspitzwärts etwas verbreitert. Der Hinterleibskörper ist fast kreisrund und zeigt deutlich 4 Ringe, von welchen die beiden mittleren die längsten sind. Der Stiel ist nicht zu erkennen, scheint aber nach der Entfernung vom Thorax zu schliessen ziemlich gross gewesen zu sein.

Var. b. **P. morio pallens** m. Taf. II. Fig. 6. c.

Ganze Länge $3\frac{3}{5}$ Lin.: Kopflänge [illegible] Lin.: Länge des Thorax $1\frac{1}{5}$ Lin.. Breite fast 1 Lin.: Länge des Hinterleibes ohne Stiel $1\frac{1}{4}$ Lin.. Breite ebenso.

Ist etwas kleiner als F. morio und auch durch die hellbraune Färbung wie den noch mehr kugligen Hinterleib ausgezeichnet und bildet vielleicht eine eigenthümliche Art.

Der Kopf ist oval, am Fühler der Schaft ziemlich lang; der Thorax vorn stumpfer zugerundet als hinten; der Hinterleibsstiel ein rundliches Knötchen; der Hinterleib kuglig, der Umriss einen völligen Kreis darstellend.

57. b. Poneropsis brunascens m. Taf. II. Fig. 7.

Thorace oblongo-ovali, abdomine subgloboso, segmentis quinque.

Ganze Länge 3¾ Lin; Länge des Thorax 1⅜ Lin., Breite stark ¾ Lin.; Länge des Hinterleibes 1¾ Lin., Breite 1⅝ Lin.; Länge der Flügel 3¾ Lin.

Ist von der P. morio durch den schmäleren Thorax, von der P. globosa durch den kleineren Kopf und andere Brustbildung zu unterscheiden; gehört aber vielleicht als Männchen zu dieser Art.

Der Kopf ist am Grunde verbreitert und ganz stumpf zugerundet. Die Oberkiefern sind deutlich hervorstehend. An dem zarten Fühler erkennt man 13 Glieder, das erste ist cylindrisch, wenig länger als das dritte, das zweite kürzer, obconisch; das vierte ist von der Länge des zweiten und so auch die folgenden. Die Augen sind sehr klein. Der Thorax ist länglich oval und die Ringe deutlich zu unterscheiden. Die Flügel reichen weit über den Hinterleib hinaus; die erste geschlossene Cubitalzelle ist lang und sechseckig, die zweite dreieckig, die dritte offen; die innere Discoidalzelle ist trapezförmig. Die Beine sind dünn und lang. Der Hinterleib ist kuglig und zeigt 5 ziemlich gleich lange Segmente. Das ganze Thier ist hellbraun gefärbt.

57. c. Poneropsis stygia m. Taf. I. Fig. 20.

Nigra, capite ovato, thorace angustiore; hoc magno, abdomine brevi, globoso longiore.

Ganze Länge 3⅞ Lin.; Länge des Kopfes ⅞ Lin., Breite ¾ Lin.; Länge des Thorax 1⅝ Lin., Breite 1⅛ Lin.; Länge des Hinterleibes wahrscheinlich 1⅜ Lin., Breite 1⅜ Lin.

Oeningen. 4 sehr schöne Exemplare.

Ist durch den sehr grossen Thorax und den kleinen, runden Hinterleib wie den langen Fühlerschaft ausgezeichnet. Die Flügel sind leider grossentheils zerstört.

Das ganze Thier ist kohlschwarz, nur die Fühlergeissel und die Schienen und Füsse sind hellbraun. Der Kopf ist eiförmig, am Grunde verbreitert und stumpf zugerundet; die Oberkiefern ziemlich stark, die Palpen fadenförmig. Die Fühler sind lang, 13gliedrig; der Schaft misst 7/8 Lin. und ist auswärts etwas verdickt; das zweite Glied ist sehr kurz, das dritte zweimal länger, die folgenden wieder etwas kürzer; die Geissel ist überall fast gleich dick. Der Thorax ist sehr gross, oval, länger als der Hinterleib und in der Mitte nicht viel dünner. Die Beine sind lang, haben starke Schenkel, eine dünne, auswärts schwach verdickte Schiene; der Fuss ist äusserst dünn; das erste Glied sehr lang, die folgenden vier kurz. Der Hinterleibsstiel ist ein ziemlich grosses Schüppchen, der Körper kuglig, ohne Zweifel 4gliedrig, doch erkennt man nur 3 Segmente, von welchen das mittlere das grösste ist.

Imhoffia. S. 153.

58. b. Imhoffia pallida m. Taf. II. Fig. 9., vergrössert 9. b.

Ganze Länge 3 5/8 Lin.; Länge des Kopfes 3/4 Lin., Breite ebenso; Länge des Thorax 1 1/4 Lin., Breite ebenso; Hinterleibslänge und Breite 1 5/8 Lin.

Oeningen. 1 Exemplar Z. U. S.

Ist durch die gelblichbraune Farbe und den 5gliedrigen Hinterleib leicht von der I. nigra zu unterscheiden; gehört aber vielleicht als Männchen zu derselben. Leider sind die Flügel nicht erhalten, so dass es keinen neuen Aufschluss über die Stellung dieser Gattung gibt. Der grosse, kuglige Thorax gibt diesen Thieren eine eigenthümliche Tracht und darum halte ich sie für generisch von den Poneropsen verschieden, um so mehr, da auch die Fühler des Weibchens (I. nigra) keinen Schaft haben; doch nähern sich denselben die Poneropsen mit kurzem, kugligem Hinterleib sehr.

Der Kopf ist bedeutend schmäler als die Brust, am Grunde breiter und ganz stumpf zugerundet. Die Oberkiefern sind gross und an der rechten sieht man mehrere Streifen, welche die Bezahnung derselben andeuten. Die Augen sind klein. Vor denselben stehen die Fühler, sie sind 13gliedrig, das erste Glied ist kurz, cylindrisch, kaum von der Länge

des dritten; das zweite ist kurz, obconisch; das dritte, vierte, fünfte und sechste sind fast von gleicher Länge, das dritte nur etwas länger, das siebente u. f. sind ungefähr von der Länge des zweiten Gliedes, das letzte ist oval und etwas länger als die unmittelbar vorangehenden. Der Thorax ist kreisrund und fast von der Dicke des Hinterleibes. Flügel und Beine sind grossentheils zerstört. Der Hinterleibsstiel besteht aus einem kurzen, breitlichen Knötchen; der Körper ist kreisrund, das erste Segment ist ziemlich klein, viel breiter als das zweite, das dritte ist von selber Breite und Länge, das vierte viel kürzer und noch mehr das fünfte, hinter demselben tritt noch das sechste hervor, allein kaum wahrnehmbar.

Das ganze Thier ist hellbraun, der Thorax dunkelbraun.

Zweite Unterfamilie: Myrmiciden.

IX. Attopsis. S. 155.

60. Attopsis anthracina. S. 156.

Radoboj. 16 Exemplare; eines auf demselben Steine mit der Frucht von Rhus, ein anderes mit einer Flügeldecke von Cercopis Charpentieri.

Der Kopf ist klein, rundlich, doch bei allen Exemplaren stark zerdrückt und undeutlich. Die Flügeladern sind stark und es fehlt die innere Discoidalzelle ganz entschieden.

61. Attopsis nigra. S. 157.

Radoboj. 18 Exemplare.

Bei keinem ist der Kopf gut erhalten, wogegen das Flügelgeäder bei mehreren sehr deutlich: die Adern sind schwarz, ziemlich stark hervorstehend; die innere Discoidalzelle fehlt.

61. b. Attopsis longipes m. Taf. II. Fig. 15., dreimal vergrössert 15. b.

Nigra, thorace magno, abdomine minuto, segmentis tribus, tarsis elongatis.

Ganze Länge 2¾ Lin.; Länge des Kopfes fast ¾ Lin.; Länge des Thorax 1¼ Lin., des Hinterleibes ¾ Lin., Breite desselben ½ Lin.; Länge der Flügel 3½ Lin.

Radoboj. 2 Exemplare. Grätzer Sammlung.

Durch die längeren Flügel und den kleineren Hinterleib von den vorigen zu unterscheiden. Der Kopf ist gross, oval und liegt in seitlicher Lage vor. Der Thorax ist sehr gross und die einzelnen Platten deutlich von einander zu unterscheiden. Die Beine sind sehr lang, haben auswärts schwach verdickte Schienen und lange Füsse. Das erste Glied ist sehr lang und dünn, die folgenden vier sind unter sich fast von gleicher Länge. Die Flügel sind gross, das Geäder aber sehr verwischt. Das Stigma ist schwarz, von demselben läuft eine Querader nach der Längsader und trennt die lange, schmale, innere Cubitalzelle von der Radialzelle; sie setzt sich in das innere Flügelfeld fort. Eine innere Discoidalzelle konnte ich nicht finden, so dass das Geäder mit dem von Attopsis übereinkommt. Der Hinterleib ist sehr klein, oval und drei Segmente zu erkennen; vom Stiel tritt nur das zweite, obconische Knötchen hervor, das erste ist vom Bein bedeckt.

X. *Myrmica. S. 158.*

63. Myrmica tertiaria. S. 159.

Radoboj. 2 Exemplare.

Es stimmen die beiden Exemplare in Grösse und Geäder der Flügel mit der M. tertiaria überein, daher ich sie hierher rechne. Der Hinterleib fehlt aber und die Brust ist ganz zerdrückt, bei dem einen Exemplar ist dagegen der Kopf wohl erhalten. Er ist gross (1½ Lin. lang und fast 1 Lin. breit), oval, von vielen Längsstreifen dicht durchzogen; die Oberkiefern sind sehr gross und stark und schwach gebogen.

Oeningen: oberer Bruch. Kesselstein. 2 Flügel; unterer Bruch 3 Exemplare Z. U. S. Taf. II. Fig. 10. und 10. b.

Bei den letzteren ist der Kopf erhalten und von derselben Grösse wie bei denen von Radoboj. Der Fühlerschaft reichte, wie es scheint, bis zum Kopfgrunde, die Geissel ist fadenförmig. Die Beine sind lang und dünn, das erste Fussglied ist sehr lang, die folgenden kurz.

64. Myrmica obsoleta. S. 160.

Parschlug.

65. b. Myrmica bicolor m. Taf. II. Fig. 11., vergrössert 11. b.

Capite oblongo, striolato; abdomine ovali pallido, basi nigro.

Ganze Länge fast 6 Lin.; Länge des Kopfes $1^1/_2$ Lin., Breite $^7/_8$ Lin.; Länge des Thorax $1^7/_8$ Lin.; des Hinterleibes ohne Stiel $2^1/_4$ Lin., Breite $1^3/_8$ Lin.; Länge der Flügel $4^3/_4$ Lin.

Radoboj. Ein sehr schönes Exemplar in der Grätzer Sammlung.

Ausgezeichnet durch den hellfarbigen Hinterleib, dessen erstes Segment schwarz ist.

Der Kopf ist oval, in der Mitte am breitesten und gegen den Grund hin etwas verschmälert und zugerundet; die Oberkiefern sind stark und ziemlich gerade; die Oberfläche des Kopfes von feinen Längsstrichen runzelig; der Thorax lang und vor der Flügelinsertion am breitesten, vorn stumpf zugerundet, hinten stark verschmälert. Die Vorderflügel sind gross, ausserhalb der Mitte am breitesten und ziemlich stumpf zugerundet, sie scheinen eine ziemlich feste Beschaffenheit gehabt zu haben. Das Geäder ist deutlich: die Radialzelle ist ziemlich gross; die innere Cubitalzelle sehr unregelmässig, die äussere Cubitalzelle reicht nahe bis zur geschlossenen Discoidalzelle: diese ist ziemlich gross und trapezförmig. Der Hinterleib ist oval; das erste Segment ist das grösste und schwarz, das zweite und dritte Segment viel kürzer, und ein viertes nur an der Spitze angedeutet; die Segmente 2—4 hellfarbig. Der Hinterleibsstiel nicht zu erkennen. Die Beine hellfarbig; der Fühlerschaft scheint nicht bis zum Kopfgrund hinabzureichen.

66. b. Myrmica venusta m. Taf. II. Fig. 12., vergrössert 12. b.

Brunnea, capite ovali, oculis minutis, nigris; abdomine ovali, basi obscuro, segmentis tribus conspicuis.

Ganze Länge $4^1/_4$ Lin.; des Kopfes 1 Lin., Breite $^7/_8$ Lin.; Länge des Thorax $1^1/_4$ Lin., Breite $^7/_8$ Lin.; Länge des Hinterleibes ohne Stiel 2 Lin., Breite $1^1/_2$ Lin.

Radoboj.

Eine recht zierliche Ameise von hellbrauner Farbe und blass gefärbten beiden letzten Hinterleibssegmenten, welche ich wegen des 3gliedrigen Hinterleibes für eine weibliche Myrmica halte.

Hell braungelb gefärbt; Kopf oval, mit sehr kleinen, schwarzen Augen und mässig grossen, spitzen, blass gefärbten Oberkiefern; der Thorax oval, vorn stumpf zugerundet; nach hinten verschmälert; das Flügelgeäder verwischt. Der Hinterleibskörper oval, hellbraun, 3gliedrig; das erste Segment dunkler; dieses ist weitaus das längste; das zweite und dritte kurz und hellfarbig. Am ersten grossen Segment bemerkt man am Grunde eine Querlinie. Der Hinterleibsstiel ist nicht zu sehen, scheint aber kurz gewesen zu sein.

66. c. Myrmica concinna m. Taf. II. Fig. 13., vergrössert 13. b.

Nigro-brunnea, abdomine obovato, apice saepius pallido, segmentis quatuor conspicuis.

Ganze Länge ohne Kopf 3 Lin., Länge des Hinterleibskörpers 1 [illegible] Lin., Breite $1^{1}/_{3}$ Lin.; Länge der Flügel 3 Lin.

Radoboj. Ein Exemplar auf dem grossen Steine; eines mit Formica fragilis.

Ist kleiner als die vorige Art und der Hinterleib am Grunde stärker verschmälert und 4gliedrig und gehört vielleicht als Männchen zu derselben.

Der Kopf fehlt und auch die Brust ist stark zerdrückt und in ihrer Form nicht mehr zu bestimmen, sie scheint aber beträchtlich schmäler als der Hinterleib gewesen zu sein. Die Flügel sind bräunlich und mit deutlichem Geäder; der Verlauf desselben ist wie bei der Myrmica aemula. Die innere, geschlossene Cubitalzelle ist ziemlich regelmässig und fast parallelogrammisch; die innere Discoidalzelle trapezförmig; die Ader, welche die offene Cubitalzelle von der offenen Discoidalzelle trennt, entspringt aus der Mitte der Ader, an der sie befestigt ist. Der Hinterleibskörper ist verkehrt eiförmig; das erste Segment das längste und allmälig erweitert, schwarz oder schwarzbraun; die folgenden drei sehr kurz; auf der Rückenseite dunkel, auf der Brustseite hellfarbig; es scheint aber der Hinterleib hinten ganz stumpf zugerundet gewesen zu sein; bei einem Exemplar ist auch das fünfte Segment noch sichtbar.

71. Myrmica pusilla. S. 164. Taf. II. Fig. 14., vergrössert.

Radoboj. 7 Exemplare.

Früher stand mir nur ein flügelloses, undeutliches Exemplar zu Gebote, seither habe ich wohl erhaltene Stücke untersuchen können, welche zeigen,

dass dieses kleine Thierchen wirklich zu Myrmica gehöre. Es sieht zwar der Formica fragilis und minutula sehr ähnlich: allein von ersterer ist es leicht durch die innere, geschlossene Discoidalzelle und den kürzeren Hinterleib, von letzterer durch den kürzeren Thorax und von beiden durch den kleineren Kopf, den weiteren Abstand von Thorax und Hinterleib (den längeren Hinterleibsstiel) und die etwas andere Gliederung des Hinterleibes zu unterscheiden. Im Uebrigen ist der Thorax auch heller gefärbt als Kopf und Hinterleib.

Der Kopf ist schmäler als der Thorax; dieser oval und hellfarbig. Die Flügel sind ziemlich gross, das Geäder indessen nur bei einem Exemplar deutlich; wir erkennen eine geschlossene, schwach trapezförmige, innere Discoidalzelle.

Der Hinterleibskörper ist kurz oval; ausser den drei fast gleich langen Segmenten erkennt man noch ein sekr kleines an der Hinterleibsspitze.

Dritte Subtribus. Fossoria.

Vierte Familie: Sphegina Latr.

72. b. Sphex gigantea m. Taf. III. Fig. 4. 5.

Nigra, abdomine basi, pedibusque lividis.

Ganze Länge $14\frac{3}{4}$ Lin.; Länge des Thorax 5 Lin., Breite $2\frac{1}{2}$ Lin.; Länge des Hinterleibes sammt Stiel $8\frac{3}{4}$ Lin; Länge der zwei ersten Segmente, welche den Stiel und den Grund des Hinterleibes bilden, 3 Lin.; grösste Breite des Hinterleibes stark $3\frac{1}{2}$ Lin.

Radoboj. 1 Exemplar. Am Grunde der rechten Seite des Hinterleibes liegt eine Pilzmücke (Mycetophila nigritella m.).

Eine durch ihre Grösse sehr ausgezeichnete Wespe, welche wohl unzweifelhaft zu den Grabwespen gehört; zwar ist es mir trotz aller angewandten Mühe nicht gelungen, den Aderverlauf auszumitteln, aber die Bildung des Hinterleibes und der Beine spricht für eine Grabwespe, und zwar, wie mir scheint, am meisten für die Gattung Sphex.

Der Kopf ist theilweise vom Stein bedeckt. Er scheint gross und rundlich gewesen zu sein. Auf der rechten Seite steht eine ziemlich starke Oberkiefer hervor, ferner zwei

Fühlerglieder. Die Oberkiefer ist stark, etwas gekrümmt, vorn stumpf zugespitzt, aber zahnlos; von den Fühlergliedern ist das erste etwas gebogen und viel länger als das kurze zweite. Der Thorax ist gross. Der Prothorax am Kopfe stark zusammengezogen, nach hinten erweitert; das Mesonotum nimmt die Mitte des Rückens ein und stellt eine trapezförmige Platte dar, an deren hintere Seite das halbrunde Schildchen sich anlehnt; das Metanotum ist stark zusammengedrückt. Die Beine sind braungelb, während Kopf und Thorax schwarz sind; der Schenkel ist stark, vom Grunde nach aussen sehr schwach verschmälert und mit einem Längseindruck versehen; die Schiene ist kurz und platt, am Ende gespornt; der Fuss besteht aus dünnen, cylindrischen Gliedern; das erste ist bedeutend länger als das zweite, dieses wieder etwas länger als das dritte, dieses und das vierte dagegen sind fast von selber Länge, wogegen das Endglied wieder etwas länger wird und zwei Klauen erkennen lässt; die Glieder sind am Mittelfuss an ihrem Ende mit mehreren steifen Borsten versehen; am hinteren Fuss finde ich diese nicht, dagegen sind feine, kurze Härchen zu erkennen, mit denen die Fussglieder besetzt sind. Die Flügel sind kurz und überhaupt für ein so grosses Thier klein; leider ist ihr Geäder grossentheils verwischt und das wenige, was mit Sicherheit zu erkennen, gibt uns keine Mittel zur Bestimmung an die Hand. Das Spitzenstück der Flügel ist dicht mit sehr kurzen, feinen Härchen besetzt, welche aber nur unter dem Microscope zu erkennen sind, von blossem Auge gesehen erscheint diese Flügelparthie fein punktirt und dunkler gefärbt.

Der Hinterleib ist elliptisch und mit einem deutlichen Stiel versehen, dessen Bau und Gliederung aber nur sehr schwer zu ermitteln. Er besteht aus zwei Stücken, das erste, unmittelbar an die Brust sich anschliessend, ist am Grunde ziemlich dick, dann aber sich verdünnend; das zweite Glied ist am Anfang dünn, cylindrisch, dann aber dicker werdend; dieser sich verdickende Theil bildet den Anfang des Hinterleibskörpers und bis zu demselben reicht die schwarze Farbe, während dieser verdickte Theil des zweiten Hinterleibssegmentes (wenn man das erste Glied des Stieles als erstes Segment betrachtet) braun gefärbt ist; das dritte Segment, also das zweite des Hinterleibskörpers, ist ziemlich lang und erweitert sich stark nach hinten, auf demselben bemerkt man eine schwache Querlinie, welche wahrscheinlich von dem Bauchsegmente herrührt; das vierte und fünfte Segment sind sehr gross und der Hinterleib hat bei der Trennungslinie des vierten und fünften Segmentes seine grösste Breite; das sechste Segment ist viel kürzer und von der Länge des dritten; sehr klein ist das siebente Endsegment. Alle Segmente vom vierten an sind schwarz. An der Seite deuten bogenförmige Linien die umgeschlagenen Ränder an.

III. Zunft: Entomophaga.

Vierte Familie: Ichneumoniden.

XII. b. Ichneumonites.

73. b. Ichneumonites bellus m. Taf. III. Fig. 19. 20., vergrössert.

Pallidus, capite, antennis thoraceque nigris.

Oeningen.

Die Fühler sind 2¾ Lin. lang, fadenförmig und bestehen aus dünnen, cylindrischen Gliedern. Neben ihrer Insertionsstelle bemerken wir ein rundliches Auge. Der Thorax ist länglich oval, schwarz. Die Vorderflügel sind 2½ Lin. lang und 2 Lin. breit. Ihr Geäder tritt deutlich hervor; da aber Ober- und Unterflügel über einander liegen, wird es dadurch verwirrt. Man sieht indessen deutlich die kleine Spiegelzelle und das schwarze Flügelmal. Beine und Hinterleib sind ganz hellfarben. Die Hinterbeine haben eine dünne, lange Schiene mit Sporn und zarte Fussglieder. Der Hinterleib ist stark zerdrückt und mit einem schwarzen Stachel versehen.

Bei einem zweiten Exemplar (Fig. 20) sind die Fühler nach Art der Ichneumonen eingerollt, kohlschwarz, ebenso ist der Thorax ganz schwarz, während Hinterleib und Beine ebenfalls hellbraungelb sind. Die mit grossem, schwarzem Stigma versehenen Flügel liegen auch über einander, so dass das Geäder dadurch ebenfalls verwirrt erscheint.

63. c. Ichneumonites (Trogus?) fusiformis m. Taf. III. Fig. 16., vergrössert.

I. thorace livido, abdomine pallido, segmentis margine nigris.

Radoboj.

Ganze Länge ohne Stachel 3¼ Lin.; Kopf ½ Lin.; Thorax stark ¾ Lin. bei ½ Lin. Breite; Länge der Flügel 2⅝ Lin. bei 1 Lin. Breite, des Abdomens 2 Lin., des Stachels 1⅞ Lin.

Der Kopf ist rundlich; die Fühler fadenförmig, es sind 12 cylindrische Glieder erhalten. Die Flügel sind microscopisch behaart und haben ein grosses, schwarzes

Stigma. Der Hinterleib ist spindelförmig, hellfarben, die Segmente mit schmalem, schwarzem Rand. Der lange Stachel ist schwarz.

Gehört wahrscheinlich zur Gattung Trogus Panz. Grav.

78. b. Pimpla (Rhyssa) antiqua m. Taf. III. Fig. 18., zweimal vergrössert.

Rh. thorace abdomineque nigris, punctulatis, tibiis lividis.

Radoboj.

Dem Fig. 18. abgebildeten Exemplar fehlt der Kopf und der Stachel, dagegen sind die Flügel sammt ihrem Geäder und der Hinterleib sehr wohl erhalten. Dieser letztere ist cylindrisch, schwarz, mit feinen Punkten überstreut. Die Flügel sind $8\frac{1}{4}$ Lin. lang, bräunlich, am Grund heller und haben das Geäder von Pimpla. Die Schenkel sind schwarz, die Schienen hellfarben. Aehnelt der Pimpla (Rhyssa) persuasoria L. sp., welche die in Bäumen lebenden Insekten mit ihrem langen Stachel anbohrt.

78. c. Bracon pallidus m. Taf. III. Fig. 17., vergrössert.

B. pallidus, abdomine obconico.

Radoboj; daneben liegt eine Pilzmücke (Mycetophila amoena Hr.!).

Das ganze Thier ist 4 Lin. lang; der Kopf ist $\frac{1}{2}$ Lin. lang, der Thorax $1\frac{1}{2}$ Lin. bei 1 Lin. Breite, der Hinterleib $2\frac{1}{3}$ Lin. bei $1\frac{1}{3}$ Lin. Breite. Das ganze Thier ist hellfarben, hat grosse Flügel, deren Geäder am besten zu dem von Bracon stimmt. Der Hinterleib ist gegen die Basis hin allmälig verschmälert, hinten stumpf zugerundet.

IV. Zunft: Phytophagen.

Sechste Familie: Siricida.

XVIII. b. Urocerites m.

Alae superiores cellulis radialibus duabus, cubitalibus et discoidalibus tribus; area interno-media cellulis tribus. Pedes postici (maris) valde incrassati, tibiis dilatatis, rectis, tarsis pentameris, articulo primo ceteris simul

sumtis longitudine aequali. apicem versus valde dilatato. compresso. secundo obconico. tertio duplo longiore. compresso. quarto tertio subaequali. quinto subcylindrico.

Es gehört diese Gattung zu den Holzwespen und steht den Gattungen Sirex und Tremex Jur. nahe. Sie weicht vorzüglich i der Bildung der Hinterbeine von denselben ab. Zwar haben die Männchen dieser Gattungen ebenfalls auffallend verdickte Hinterbeine, allein die Schienen sind gekrümmt; das erste Fussglied ist nicht in dem Maass verbreitert. und das zweite weicht in Form und Grösse wenig von dem dritten und vierten ab. Die Beine des fossilen Thieres sehen aus wie die einer Biene, allein das Flügelgeäder weicht gänzlich von dem der Bienen ab und stimmt in allen wesentlichen Beziehungen mit dem der Holzwespen überein. Wir haben hier ebenfalls eine starke vena scapularis. welche ziemlich weit von der Randader absteht und wie bei Sirex bemerken wir in dem Randfeld die v. mediastina. welche aber bei etwa $1/3$ Flügellänge in die Randader einmündet. Beim Stigma läuft die v. scapularis ebenfalls in den Rand aus. setzt sich dann aber von dort wieder gegen die Flügelspitze hin fort. Die v. externo-media ist durch eine schief gehende Querader mit der v. scapularis verbunden und schliesst eine dreieckige, ziemlich grosse area externo-media ein (die grosse Schulterzelle), von welcher an der äusseren Ecke durch eine kleine Querader eine kleine. dreieckige Zelle abgeschnitten wird, eine Bildung. welche sonst. meines Wissens. bei keiner Holzwespe vorkommt. An die Querader. welche die v. externo-media und scapularis verbindet. stossen die erste und zweite Cubitalzelle und die erste Discoidalzelle. Radialzellen sind zwei. Die erste ist kurz und klein, die zweite lang und schmal; sie ist sehr wahrscheinlich aussen offen. denn am rechten Flügel kann man die Längsader. welche die Radial- und Cubitalzellen trennt. bis nahe zur Flügelspitze verfolgen und man sieht deutlich. dass sie sich nicht zum Flügelrande hinbiegt; in dieser Beziehung stimmt also der Flügel mit Tremex und nicht mit Sirex überein. Cubitalzellen sind, wie es scheint, nur drei vorhanden, wie bei Tremex und Xyloterus Hart., und nicht vier, wie bei Sirex. Die erste ist klein und auf der innern Seite durch Zurückdrängung der zweiten fast an die erste Discoidalzelle stossend. flügelspitzwärts an die erste Radialzelle und randwärts an das Randfeld stossend: die zweite Cubitalzelle ist gross, am Grunde stark verschmälert: die Querader (die rücklaufende Ader), welche sie von der dritten trennt. entspringt vom Grunde der zweiten Radialzelle. also nicht von der vorderen Parthie dieser Zelle. wie diess bei Tremex und Xyloterus der Fall ist: die dritte Cubitalzelle ist flügelspitzwärts offen, wenigstens ist es mir nicht möglich. auch am deutlicheren rechten Flügel noch

eine Querader zu finden. Discoidalzellen sind wahrscheinlich drei. Die erste ist fast parallelogrammisch und ziemlich klein, die zweite viel grösser; zwar ist das Querälderchen nicht zu sehen, welches die zweite von der dritten trennt, es ist dort der Flügel mit Steinsubstanz bedeckt. Die zweite Discoidalzelle ist nahtwärts durch eine bogenförmige Längsader begrenzt, welche von der v. interno-media entspringt, nahe bei der Stelle, wo sie in den Nahtrand ausläuft. Die Zelle, welche diese bogenförmig auslaufende Längsader abgrenzt, und ebenso die äussere Discoidalzelle sind von vielen feinen Längsfalten durchzogen, wie wir solche auch bei Sirex wahrnehmen. Die area interno-media ist in drei Zellen abgetheilt, während die von Sirex und Tremex nur in zwei. Die erste ist lang und schmal, die zweite sehr kurz und an die area externo-media und die erste Discoidalzelle stossend, die dritte wieder länger. Das Nahtfeld ist nicht zu sehen.

Die Unterflügel sind nicht so gut erhalten und ihre Adern schwieriger zu verfolgen; doch erkennt man die v. scapularis, welche sich gabelt; der äussere Gabelast verbindet sich bald mit dem Rand, der innere läuft zur Flügelspitze, das Feld zwischen diesem Gabelast und dem Rande ist an der Spitze von feinen Längsfalten durchzogen, welche von einer äusserst zarten Querlinie ausgehen. An der Stelle, wo die v. scapularis sich gabelt, ist ein Querästchen, das zur v. externo-media läuft, die von dort bis zum Rande zwei Zellen einschliesst, welche ganz mit Längsfalten durchzogen sind.

In allen wesentlichen Punkten stimmen somit diese Flügel mit denjenigen der Holzwespen und zwar mit denen von Tremex mehr als mit denen von Sirex überein; sie weichen ab darin, dass die Adern stärker und dicker sind und dass in der area externo-media noch ein kleines Zellchen ist, darin, dass die zweite Discoidalzelle, obwohl nur drei da sind, nur bis zum Grunde der zweiten Radialzelle reicht, und darin, dass die area interno-media in drei Zellen abgetheilt ist. Nehmen wir dazu die andere Bildung der Hinterbeine, namentlich der Fussglieder, den verhältnissmässig breiteren, dickeren Thorax, so werden diese Charaktere hinreichen, um die Trennung von den obigen Gattungen der Siriciden zu rechtfertigen.

80. b. Urocerites spectabilis m. Taf. III. Fig. 1., vergrössert 2., restaurirt Fig. 3.

Kopflänge 2 Lin., grösste Breite des Kopfes $2\frac{1}{4}$ Lin.; Breite des Brustkastens 2[illegible]/4 Lin.; wahrscheinliche Länge der Oberflügel $9\frac{3}{4}$ Lin.; Länge des Hinterschienbeines $2\frac{1}{2}$ Lin., Breite $\frac{7}{8}$ Lin.

Radoboj.

Kopf und Brustkasten sind schwarz; vom Hinterleib ist nur das erste und zweite Segment erhalten und dieses letztere ist braun und war im Leben wahrscheinlich gelb.

Kopf und Thorax sind sparsam mit kurzen Härchen besetzt; sie sind sehr stark zusammengedrückt und daher ihre Form schwer zu bestimmen. Der Kopf ist rundlich, vorn tritt die gestutzte Oberlippe hervor, neben derselben liegt ein obconisches Glied, das wahrscheinlich ein erstes, kurzes Fühlerglied ist. An jeder Kopfseite ist eine, zwar nur schwach abgegrenzte Stelle, welche das Auge darstellen dürfte, doch fand ich unter dem Microscop dieselbe nicht facettirt. Nebenaugen konnte ich keine finden; es stehen wohl auf der Stirne kleine Wärzchen, allein sie sind unregelmässig vertheilt und scheinen vom Steine herzurühren. Der Thorax ist breit und die einzelnen Platten desselben nur schwer herauszufinden. Der Prothorax ist sehr kurz, an der rechten Seite am deutlichsten hervortretend. Der Mesothorax ist sehr gross und auf dem Rücken mit einem Längseindruck, der von zwei Linien begrenzt ist, versehen; äusserst schwer ist es, die Grenze vom Metathorax und der Basis des Hinterleibes zu finden, da diese Parthie sehr stark zerdrückt ist. Anfangs glaubte ich, das Ganze gehöre zum Metathorax, allein nicht nur hätte dieser dann eine auffallende Grösse, auch die Stellung der Hinterbeine spricht dagegen, denn diese stehen bei den Holzwespen beim zweiten Hinterleibssegment hervor. Das blass gefärbte Band bei den Hinterbeinen rührt daher wahrscheinlich von dem zweiten Hinterleibssegment her. Die Vorder- und Mittelbeine sind nur in Bruchstücken erhalten, sehr schön dagegen die Hinterbeine. Sie sind braungelb gefärbt und ebenso die Reste der übrigen Beine, so dass dieses Thier unzweifelhaft hellgelbe Beine gehabt hat. Die Schenkel müssen sehr kurz gewesen sein, da sie nicht über den Leib hinausreichen; die Schienen sind gerade, vom Grunde aus schnell erweitert, ganz breit und platt; am Tarsus (stark vergrössert Fig. 2. b.) ist das erste Glied sehr gross, am Grunde ganz schmal, dann aber auf der äusseren Seite sich schnell erweiternd, an der Spitze am breitesten und gestutzt; das zweite Glied ist obconisch, aussen etwas ausgehöhlt und von der Länge der zwei folgenden zusammengenommen, das dritte ist sehr kurz und so breit als lang, das vierte noch etwas kürzer, das fünfte dagegen lang und cylindrisch, sehr dünn.

Die Flügel sind gross, leider aber nicht in ihrer ganzen Länge erhalten. Nehmen wir an, dass ihr Spitzentheil im selben Verhältniss steht zum basalen bis zum Grund der ersten Radialzelle, wie bei der Sirex gigas, so erhalten wir für unser Thier eine Flügellänge von 9¾ Lin. Die Adern sind sehr stark und stehen als Rippen hervor; ihr Verlauf ist oben dargestellt. Bemerkenswerth ist, dass die zarten Längsfalten der Unter- und Oberflügel so deutlich auftreten.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Formica procera. a. Oberseite. b. in seitlicher Lage.

Fig. 2. Formica lignitum. a. zwei Exemplare auf einem Steine. b. neben der Ameise eine Käferflügeldecke, von Radoboj.

Fig. 3. Formica gracilis. a. und b.

Fig. 4. Formica fragilis. a. Weibchen. b. viermal vergrössert.

Fig. 5. Formica fragilis. Männchen. a. und b. viermal vergrössert.

Fig. 6. Formica indurata. a. und b.

Fig. 7. Formica heraclea; dreimal vergrössert.

Fig. 8. Formica pinguicula.

Fig. 9. Formica Freyeri.

Fig. 10. Formica Lavateri. a. die kleinere Form. b. die grössere.

Fig. 11. Formica macrocephala.

Fig. 12. Formica oblita. b. dreimal vergrössert.

Fig. 13. Formica capito. b. viermal vergrössert.

Fig. 14. Formica Kollari. b. dreimal vergrössert.

Fig. 15. Formica minutula.

Fig. 16. Formica demersa.

Fig. 17. Formica obvoluta (a.) und Formica acuminata (b.), dreimal vergrössert.

Fig. 18. Formica oculata; dreimal vergrössert.

Fig. 19. Formica aemula. b. dreimal vergrössert.

Fig. 20. Poneropsis stygia. b. vergrössert.

Fig. 21. Poneropsis elongata.

Fig. 22. Poneropsis Escheri. b. dreimal vergrössert. c. das Fühlhorn noch mehr vergrössert.

Fig. 23. Poneropsis lugubris. b. dreimal vergrössert. c. ein anderes Exemplar vergrössert. c. var. minor; dreimal vergrössert.

Taf. II.

Fig. 1. Poneropsis tenuis. b. viermal vergrössert.

Fig. 2. Poneropsis pallida. b. viermal vergrössert.

Fig. 3. Poneropsis Imhoffii. a. natürliche Grösse, daneben eine Nadelholzschuppe. b. ein anderes Exemplar, dreimal vergrössert.

Fig. 4. Poneropsis Schmidtii; dreimal vergrössert. b. ein anderes Exemplar, ebenso vergrössert.

Fig. 5. Poneropsis livida. b. dreimal vergrössert. c. ein Fühler noch mehr vergrössert.

Fig. 6. Poneropsis morio. b. dreimal vergrössert. c. var. pallens, dreimal vergrössert.

Fig. 7. Poneropsis brunascens. b. dreimal vergrössert. c. Fühler noch mehr vergrössert.

Fig. 8. Poneropsis anthracina. 8. b. vergrössert.

Fig. 9. Imhoffia pallida. b. dreimal vergrössert. c. Kopf und Fühler noch mehr vergrössert.

Fig. 10. Myrmica tertiaria. a. von Radoboj. b. von Oeningen.

Fig. 11. Myrmica bicolor. b. dreimal vergrössert.

Fig. 12. Myrmica venusta. b. zweimal vergrössert.

Fig. 13. Myrmica concinna. b. ein anderes Exemplar zweimal vergrössert.

Fig. 14. Myrmica pusilla; viermal vergrössert.

Fig. 15. Attopsis longipes. b. dreimal vergrössert.

Taf. III.

Fig. 1. Urocerites spectabilis. Fig. 2. vergrössert. Fig. 2. b. Fuss noch mehr vergrössert. Fig. 3. restaurirt in natürlicher Grösse.

Fig. 4. Sphex gigantea. Fig. 5. vergrössert. Fig. 5. b. Oberkiefer stark vergrössert.

Fig. 6. Bombus grandaevus Hr.? Fig. 7. vergrössert.

Fig. 8. Bombus Jurinei Hr.

Fig. 9. Bombus abavus. Fig. 10. vergrössert.

Fig. 11. Apis adamitica Hr.; zweimal vergrössert.

Fig. 12. Anthophorites longaevus von Oeningen. Fig. 13. von Radoboj.

Fig. 14. Anthophorites thoracicus.

Fig. 15. Vespa crabroniformis. b. Formica occultata Hr. c. Limnobia vetusta Hr.

Fig. 16. Ichneumonites fusiformis; vergrössert.

Fig. 17. Bracon pallidus; vergrössert. b. Mycetophila amoena Hr.?

Fig. 18. Pimpla (Rhyssa) antiqua; vergrössert.

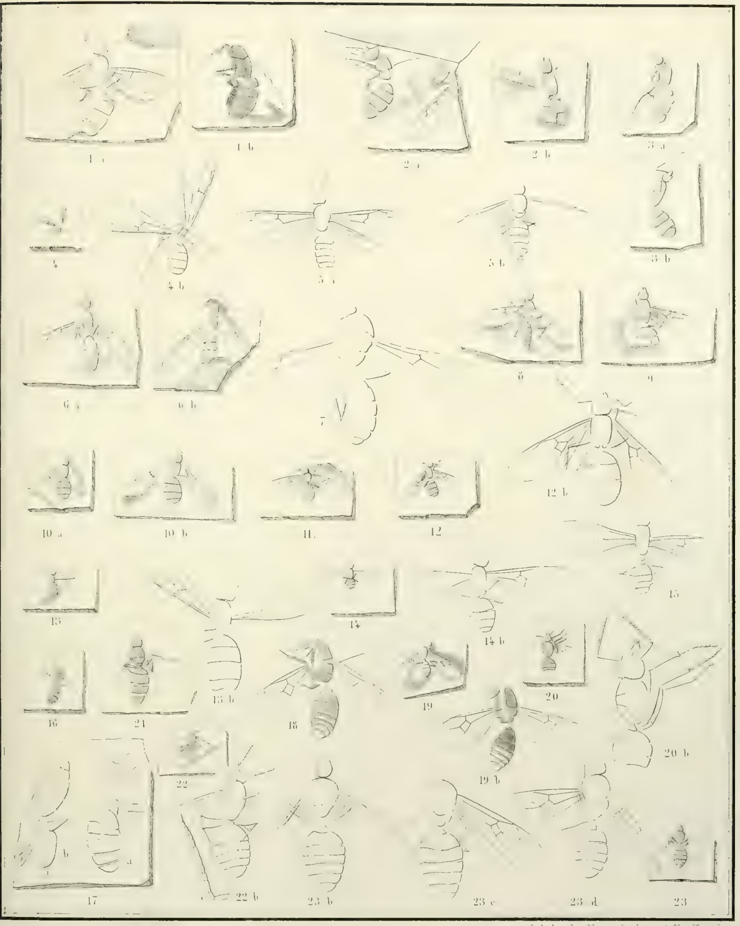
Fig. 19. 20. Ichneumonites bellus; zweimal vergrössert.

Nachsatz.

Es war der die Ameisen behandelnde Theil dieser Abhandlung schon gedruckt, als ich den Aufsatz von Herrn Dr. G. L. Mayr »vorläufige Studien über die Radoboj-Formiciden« erhielt, daher ich auf denselben keine Rücksicht nehmen konnte. Er bespricht darin die von mir vor 17 Jahren bestimmten Ameisen der geologischen Reichsanstalt in Wien und erörtert die in neuerer Zeit errichteten Gattungen, in welche manche Arten eingereiht werden können. Wenn er bei mehreren bemerkt, dass verschiedene Arten unter demselben Namen in der Sammlung seien, so mag diess in manchen Fällen von einer Verwechslung der Etiquetten herrühren: wenigstens habe ich vor einigen Jahren vom Grafen von Beroldingen eine Zahl Ameisen zur Durchsicht erhalten, die er von der Reichsanstalt eingetauscht hatte und die fast sämmtlich unrichtige Namen trugen. In andern Fällen mag der Fehler an mir gelegen haben. Ich wollte die grosse Zahl fossiler Insekten, welche die Reichsanstalt mir zur Untersuchung anvertraut hatte, vor meiner Abreise nach Madeira (im Herbst 1850) zurücksenden und vorher noch bestimmen, da ich nicht wusste, ob mir beschieden sei, in meine Heimat zurückzukehren. Vielleicht wird man mich daher entschuldigen, wenn unter solchen Umständen (ich war krank und konnte die Arbeit nur mit grösster Anstrengung zu Ende führen) bei Bestimmung der vielen hundert kleinen, nur bei sorgfältigster Untersuchung mit der Loupe unterscheidbaren Ameisen einzelne Irrthümer vorgekommen sind. Es müssen meine Abbildungen und Beschreibungen und die dazu gehörenden Original-Exemplare über meine Arten entscheiden und wenn die anderweitig in den Sammlungen befindlichen und vielleicht zu schnell bestimmten oder auch verwechselten Exemplare nicht dazu passen, müssen diese ausgeschieden werden, können aber die Art nicht umstossen.

Nach Hrn. Dr. Mayr vertheilen sich die von ihm untersuchten Radoboj-Ameisen in folgender Weise auf die neuern Gattungen: Formica lignitum, F. indurata, F. heraclea und F. pinguicula gehören zu Camponotus, F. obesa zur tropischen Gattung Oecophylla Sm., F. ophthalmica und F. macrocephala zu Formica; die F. occultata, fragilis, Redtenbacheri, globularis, longaeva, minutula zu Lasius, Poneropsis Imhoffii und Schmidtii zu Liometopum, Attopsis zu Cataulacus (doch ist der erstere Name meines Wissens älter). Die Poneropsis fuliginosa stellt er zu Aphaenogaster, was nicht richtig sein kann, da sie ein eingliedriges Stielchen hat. Die Formica Freyeri erhebt Hr. Mayr zur besondern Gattung: Lonchomyrmex. Er wundert sich, dass ich den zweiknötigen Stiel nicht gesehen habe, und es ist ganz richtig, dass ich nur den Dorn bemerkt, das Glied, an welchem er befestigt ist, nicht erkannt habe; anderseits hat aber Hr. Mayr die Beine der rechten Seite, die Gliederung und eigenthümliche Färbung des Hinterleibes dieses Thieres übersehen (vgl. Taf. I. Fig. 9. mit seiner Zeichnung Taf. I. Fig. 12. in seiner Abhandlung). Als neue Arten hat Hr. Mayr eine Hypoclinea (H. Haueri Myr.) und ein Liometopum (L. antiquum Myr.) aufgestellt.





Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & C° in Winterthur

Fig. 1. Formica procera. 2. Formica lignitum. 3. Form. gracilis. 4. 5. Form. fragilis. 6. Form. indurata. 7. Form. heraclea. 8. Form. pinguicula. 9. Form. Freyeri. 10. Form Lavateri. 11. Form. macrocephala. 12. Form. oblita. 13. Form. capito. 14. Form. Kollari. 15. Form. minutula. 16. Form. demersa. 17. a. Form. obvoluta. 17. b. acuminata. 18. Form. oculata. 19. Form. aemula. 20. Poneropsis stygia. 21. Pon. elongata. 22. Pon. Escheri. 23. Pon. lugubris.

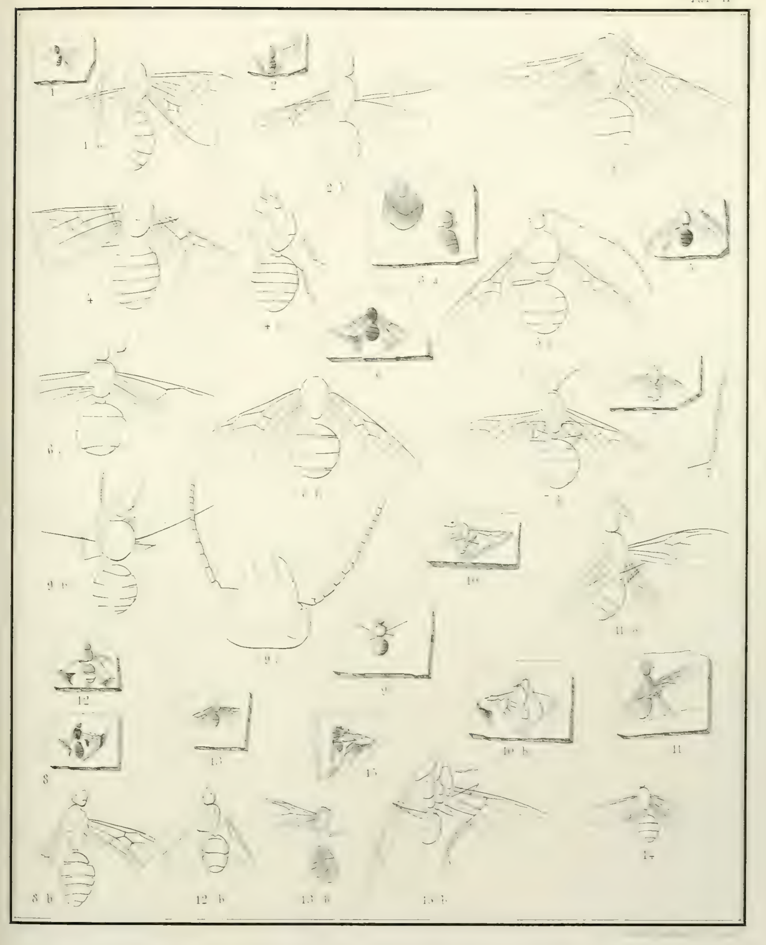
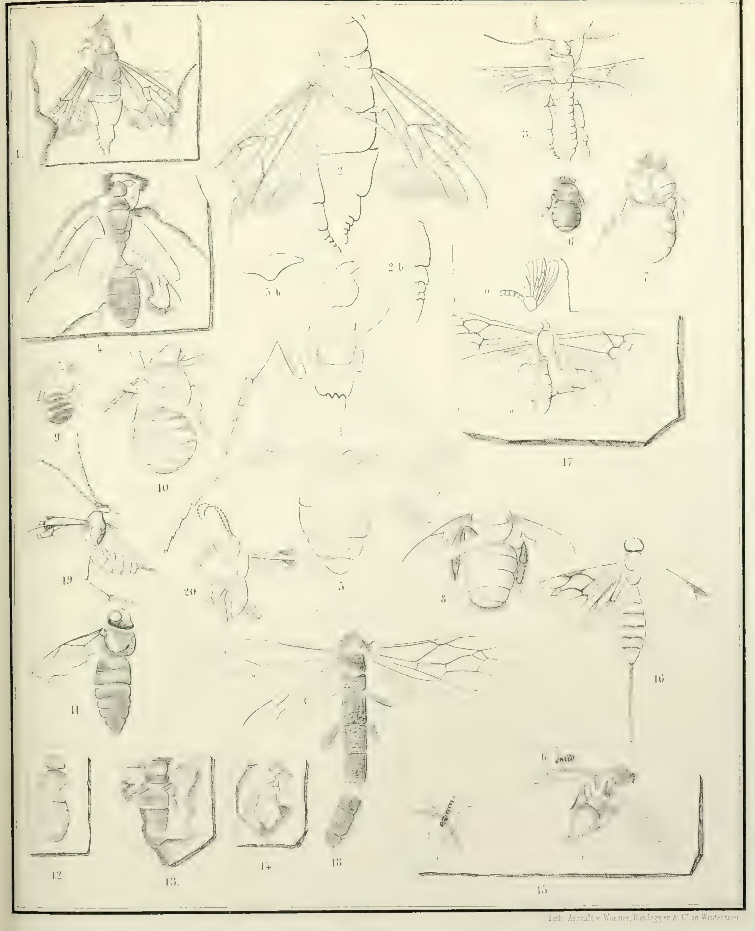


Fig. 1. Poneropsis tenuis. 2 Poneropsis pallida. 3. Poneropsis Imhoffii. 4. Poneropsis Schmidtii. 5. Pon. livida. 6. Pon. morio. 7. Pon. brunascens. 8. Pon. anthracina. 9. Imhoffia pallida. 10. Myrmica tertiaria. 11. Myrmica bicolor. 12. Myrmica venusta 13. Myrmica concinna. 14. Myrmica pusilla. 15. Attopsis longipes



Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cº in Winterthur

Fig. 1 _ 3. Urocerites spectabilis. 4. 5. Sphex gigantea 6. 7. Bombus grandaevus. 8. Bombus Jurinei. 9. 10. Bombus abavus. 11. Apis adamitica 12. 13. Anthophorites longaeva. 14. Anthophorites thoracica 15. a Vespa crabroniformis. 16 Ichneumonites fusiformis. 17. Bracon pallidus. 18. Pimpla antiqua. 19. 20. Ichneumonites bellus.

Die

fossilen Schildkröten von Solothurn.

Von

Prof. Fr. Lang und **L. Rütimeyer.**

Einleitung.

Die Schildkröten der Steinbrüche von Solothurn sind bekannt genug, um eine einlässliche Beschreibung und Darstellung derselben hinlänglich zu rechtfertigen. Von F. J. Hugi, dem langjährigen und vielverdienten Vorsteher des Solothurner-Museums, seit dem zweiten Dezennium dieses Jahrhunderts sorgfältig gesammelt, haben sie sowohl durch ihre vorzügliche Erhaltung als durch massenhafte Vertretung die Aufmerksamkeit nicht nur jedes durchreisenden Naturforschers, sondern auch des grossen Publikums auf sich gezogen. Es ist nicht wahrscheinlich, dass an irgend einem Punkte der Erde und in irgend einem Terrain bisher Schildkrötenreste von solcher Menge und solcher Vollständigkeit gefunden und aufgehoben worden sind; fehlen auch bis jetzt ganz erhaltene Skelete, so beläuft sich die Zahl der vollständigen Schalen, die das Museum aufbewahrt, auf Dutzende, und wenn wir die Zahl der durch Fragmente vertretenen Individuen abschätzen, so steigt diese sicherlich auf Hunderte, die sämmtlich auf einem Raum von weniger als einer Viertelstunde Umfang und in einer Ablagerung von nicht mehr als 12 Fuss Mächtigkeit aufgefunden worden sind. Jedes Jahr fügt zahlreiche neue Stücke bei und ein ganzer Saal des Museums reicht kaum hin, diese Reichthümer passend auszustellen; um so mehr, da die grosse Mehrzahl der Thiere Arten von der heutzutage nur noch von Meerschildkröten erreichten Grösse von mehreren Fuss Schalenlänge angehört.

Ausser Hugi selbst, der bei verschiedenen Anlässen diese Schätze zum Gegenstand von Vorträgen gemacht hat (Verh. d. schweiz. naturf. Ges., 1824 p. 44—46, 1825 p. 57.), ist Cuvier der erste, der sie theilweise kennen lehrte (Ossemens fossiles V. 2, p. 227), auf Grundlage von Zeichnungen und von Originalien, worunter ein Schädel, die ihm Hugi zugesendet hatte. Pl. XV. fig. 4—11, Pl. XXI. fig. 1.

Der immer wachsende Umfang der Materialien, obschon er die Untersuchung in einer Weise erleichtern konnte wie wenige Fundstätten dies erlauben, war indess eher geeignet, eine Publication als eine ausgedehnte und bezüglich der Abbildungen nicht leichte Aufgabe erscheinen zu lassen. Diesem Umstand mag das lange Ausbleiben einer solchen zugemessen werden. Nichtsdestoweniger hatten die Herausgeber der hier gebotenen ersten Abhandlung schon seit Jahren den Plan gefasst, diese Aufgabe zu übernehmen. Eine vorläufige Mittheilung über die ersten Ergebnisse der Untersuchung erschien auch von Einem von uns in den Verhandlungen der schweizerischen naturf. Ges. 1859 p. 57 und

in Leonhards Neuem Jahrbuch für Mineralogie. 1859. p. 366. Allein bei der Schwierigkeit des Transportes so voluminöser Gegenstände und der Herstellung von Abbildungen, welche dem vorgesetzten Ziel genügen konnten, verzögerte sich die Ausführung von Jahr zu Jahr. Erst jetzt sind wir im Stande die vorliegende erste Lieferung zu bieten, wobei der Eine den geologischen, der Andere den zoologischen Theil der Arbeit übernommen hat. Wir dürfen hoffen, in Jahreslieferungen die übernommene Aufgabe in nicht zu ferner Frist zu Ende zu führen, da ein guter Theil der nöthigen Abbildungen bereits in der wie wir hoffen Anerkennung findenden Weise ausgeführt ist, von welcher unsere ersten Tafeln Probe ablegen.

Wir denken nicht, dass diese lange Verzögerung unserer Arbeit grossen Nachtheil gebracht hat, vielmehr können wir uns Glück wünschen, dass bereits von verschiedenen Seiten jurassische Schildkröten bekannt geworden sind, deren Confrontirung mit denjenigen von Solothurn manches paläontologische und anatomische Interesse bietet. So haben A. Wagner und H. v. Meier (A. Wagner in den Abhandlungen der bayrischen Academie der Wissenschaften VII. I. 1853 und IX. I. 1861; H. v. Meyer in den Reptilien aus den lithographischen Schiefern des Jura 1860) einige Schildkröten aus den lithographischen Schiefern von Kelheim und Solenhofen bekannt gemacht, welche wir in Solothurn wieder finden werden. Aus näherer Umgebung hat F. Pictet (Matériaux pour la Paléontologie suisse 1re Série. Description d'une Emyde nouvelle 1857. Ibid. 3me Série 1860) mehrere jurassische Schildkröten dargestellt, welche ebenfalls Parallelen in Solothurn finden. Andrerseits ist G. A. Maak gleichzeitig mit uns mit Bearbeitung der Schildkröten aus dem Hannöverschen Jura beschäftigt, auf deren Ergebnisse wir billigerweise gespannt sind. Doch schreibt er uns, dass er noch auf keine direkten Coincidenzen gestossen sei, wie denn auch die Schichten bei Hannover wohl etwas tiefer liegen als die Solothurner. Endlich sind auch die reichen Schätze, die Owen aus dem Eocaen und den Wealden- und Purbeckschichten Englands beschrieben hat (Palaeontograph. Soc. 1849 und 1853), geeignet, viel Licht auf unsere jurassische Fauna zu werfen.

Selbst Angesichts so werthvoller Arbeiten mag endlich eine spezielle Darstellung der Schätze des Solothurner-Museums auch desshalb nicht überflüssig scheinen, weil fast sämmtliche Arten der hier vorkommenden Schildkröten in einer oft grossen Zahl von Individuen vertreten sind. Bedenkt man, wie viele der bis jetzt aufgestellten Arten fossiler und namentlich jurassischer Schildkröten sich auf die Untersuchungen eines einzigen Individuums stützen, so möchte dieser Vortheil allein eine Publication der Solothurner-Arten wohl ausreichend rechtfertigen.

Die Steinbrüche von Solothurn.

Von

Fr. Lang.

I. Topographische und historische Notizen.

Nördlich der Stadt Solothurn (1430') erhebt sich aus einer flachen, diluvialen Terrasse ein sanft ansteigender Hügelzug, der auf seiner obersten Wölbung eine Höhe von 1986' erreicht und somit mehr als 500' über die Thalsohle ansteigt. Er streicht parallel mit der schroff abfallenden Weissenstein-Kette, ist von derselben durch das Thälchen von Wydlisbach und Gallmoos getrennt und steht in keiner direkten Verbindung mit den jurassischen Hauptketten, sondern bildet eine ellyptische, isolirte Vorhebung wie der Hardkopf auf der Ostseite des Eisenbahnhofes bei Olten. Wir bezeichnen diese Erhebung mit dem Namen des Steinbruch-Riedholz Hügelzuges.

Auf der Westseite erhebt er sich aus der Ebene bei den Landgütern der Hofmatt und des Königshofes, steigt bis zur Martinsfluh zur höchsten, schildförmigen Wölbung an, setzt durch die Anhöhe oberhalb der Ortschaft Riedholz in östlicher Verlängerung fort und nach einem Verlaufe von einer Stunde wird er durch das tief eingeschnittene Bett des Siggernbaches bei Hubersdorf abgeschlossen; er scheint daselbst mit der jurassischen Vorhebung bei Kammersrohr in Beziehung zu stehen.

Während die südliche Abdachung dieser Hügelreihe nur mit sanfter Neigung gegen die Ebene des Fögetz und Feldbrunnens abfällt, so stehen auf der Nordseite die schroff abgebrochenen Schichtenköpfe zu Tage, welche einen jähen Absturz gegen das Thälchen von Wydlisbach bilden. Diese Vorhebung des Jura wird von drei Querklusen durchschnitten; durch den am tiefsten gesprengten Querriss führt der vielbesuchte Weg mit den pittoresken Fels- und Waldpartien zur Einsiedelei von St. Verena; durch die zweite Querspalte geht die Verbindungsstrasse mit den am Nordfusse des Hügels gelegenen Ortschaften Gallmoos und Balm, und die dritte weniger tief gesprengte Kluse des Kalkgrabens befindet sich am östlichen Abfalle des Kalkrückens in der Nähe des Waldthurmes. Diese

Querbrüche, in senkrechter Richtung durch die Vorkette, erschliessen dem Geologen die Structur und Lagerungsweise der Felsschichten und lassen auf der Westseite die obern jurassischen Formationen in ihrer successiven Lagerfolge erkennen; gegen Osten in der Gegend des Riedholzes lagern sich auf die jurassischen Schichten die Hupererdebildungen, die tertiären Sandsteine und die erratischen Gerölle mit den Findlingsblöcken. Die in den Kalkschichten angelegten 11 Steinbrüche befinden sich theils auf der westlichen, theils östlichen Seite der Schlucht, durch welche der Weg zur Eremitage angelegt ist. Die Ausbeutung dieser Brüche reicht bis in die ältesten Zeiten hinauf. Eine Untersuchung der in Solothurn vorhandenen römischen Sacral- und Sepulcralsteine, Meilenzeiger etc. hat herausgestellt, dass dieselben aus den obern Jurakalksteinen mit den charakteristischen Nerineen bestehen. Die ältern römischen Inschriften sind in die obern zu Tage gehenden Bänke, die jüngern in die tiefer brechenden Schichten eingemeisselt. Diese römischen Schriftmonumente befanden sich früher in der alten St. Ursuskirche und sind jetzt unter dem Rathhause, an der Kirche zu St. Katharinen und an der Schaalgasse eingemauert. Nach diesen Untersuchungen müssen schon zur Zeit der Römer in den nahe gelegenen Juraschichten Steinbrüche in Betrieb gewesen sein. Ob aber dieselben das Material zum Häuserbau lieferten, scheint aus dem noch vorhandenen römischen Mauerwerk nicht hervorzugehen. Der Thurm der alten St. Ursuskirche, welcher im Jahre 1360 errichtet wurde, nachdem zwei ältere Thürme vier Jahre vorher beim Erdbeben eingestürzt waren, bestand aus grauen Sandsteinquadern und es scheinen desshalb die solothurnischen Steinbrüche damals noch nicht ernstlich benutzt worden zu sein. Nach den gefälligen Mittheilungen von Herrn Staatsschreiber J. Amiet finden sich die Steinbrüche auf dem Phegetz*) zum ersten Male urkundlich in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts erwähnt. Als im Jahre 1476 ein Akkord mit einem Werkmeister über den Bau des Rathhauses abgeschlossen wurde, ward demselben zur Bedingung gemacht, dass die Treppentritte aus «Pfegitzsteinen» gemacht werden sollen. Genauere Daten über die Ausbeutung der Steinbrüche finden sich in den Protokollen über den Schanzenbau der Stadt in den Jahren 1660—1710 und in den Aufzeichnungen über den Bau des St. Ursusmünsters von 1762—1777. Beim Bau der neuen Cathedrale wurde das Material aus zwei Steingruben bezogen, von denen die eine oberhalb der Kirche von St. Niklaus und die andere bei der «Bleike» in der Nähe des jetzigen

*) Schon die Römer sollen diese fruchtbare Ebene gekannt und Vegetes geheissen haben; wahrscheinlich ist es, dass die hier zu brechenden Kalksteine, „Pfegetzsteine“ genannt, der Gegend den Namen gegeben haben.

Pulvermagazins gelegen war. Aus dem Protokoll der Baukommission geht hervor, dass später zur Ersparung der Unkosten nur die letztere vorzugsweise exploitirt wurde. Zur Treppe, auf welcher man zur Kirche emporsteigt, wurden Hausteine von 16—17 Fuss Länge mit drei Stufen an einem Stück verwendet und am Anfang der Stiege misst eine massive Stufe 27 Fuss in der Länge. Von den jonischen Säulen, auf welcher die Orgel ruht, ist die eine auf eine Länge von 19 Fuss aus einem Blocke gemeisselt, die andere auf 21 Fuss Länge massiv ausgehauen; letztere wurde mit 19 Pferden hertransportirt.

Seit dieser Zeit hat die Exploitation der Steinbrüche, sowohl rucksichtlich der leichteren Hebung und geschmackvolleren Verarbeitung der Gesteinsmassen, als des vergrösserten Absatzes, bedeutend gewonnen. Es wurden schon Steinmassen von 12000 Kubikfuss und 18000 Zentner Gewicht an einem Stücke abgelost.. Eine Reihe von Ortschaften des In- und Auslandes zeigen auf ihren öffentlichen Plätzen die aus den Solothurner Bruchen herstammenden Kunstarbeiten. Wir erinnern an die sorgfältig gemeisselten Brunnschaalen und zierlich geformten Brunnenstöcke in den Städten Solothurn, Basel, Bern, Zurich, Glarus, Zofingen, Luzern, Biel, Freiburg im Breisgau; an die Piedestale zur Statue der Berna, des Erlach und Bertholds von Zähringen in der Bundesstadt, an die Postamente des Monumentes von Pater Girard in Freiburg und desjenigen von Cuvier in Montbéliard, an die Säulen des Centralbahnhofes in Basel, an die Jochpfeiler der Eisenbahnbrücken von Solothurn, Busswyl, Tiefenau; an die Kunstarbeiten auf den öffentlichen Plätzen von Karlsruhe und Stuttgart. In den 11 Steingruben werden von 8 Steinhauermeistern cirka 300 Arbeiter beschäftigt und es bildet dieser blühende Industriezweig eine der Haupterwerbsquellen für die Bewohner der nächst liegenden Ortschaften.

2. Geognostische Verhältnisse.

Am Hügelzug der Steinbrüche begegnet man unter einer wenig mächtigen Dammerde der erratischen Formation, welche in kleinen Erhöhungen auf die südlich geneigten Kalkschichten aufgesetzt ist und eine horizontale Einlagerung in die Vertiefungen der jurassischen Felslager darstellt. Diese Lagerungsweise bietet uns einen Fingerzeig, dass die erratische Formation erst nach der Entstehung dieser jurassischen Vorkette abgesetzt wurde. Untersucht man diese erratische Bildung genauer, so besteht dieselbe aus einer Anhäufung von Thon und Sand, in welche Gerölle von Kiesel und Kalk eingebacken sind, von denen einige unter dem geologischen Hammer sehr leicht zerfallen. Nicht selten begegnet man solchen Geröllen, welche deutliche polirte Flächen mit parallelen Ritzen

zeigen. Mit diesem Phänomen korrespondiren die Schliffflächen, denen man auf der Oberfläche der Kalkfelsen begegnet. Am deutlichsten können dieselben wahrgenommen werden in der Steingrube neben der Kreuzenkirche in der Gegend der Hünengräber. Daselbst ist unter einem Lager von gelblichem Lehm und Sand, in welches die Findlingsblöcke eingelagert sind, die Oberfläche der Kalkbänke glatt polirt und in diesen Schliffflächen zeigen sich deutliche parallele Ritzen, welche in der Richtung des Thales verlaufen und ein observirtes Streichen von 65° Ost zeigen. Die durchschliffenen Nerineen beweisen, dass das Agens, welches diese Felsen geglättet hat, eine lange Zeit seine Wirksamkeit ausgeübt hat.

In Verbindung mit dem Auftreten der geritzten Gerölle und Schliffflächen steht die Verbreitung zahlreicher Findlingsblöcke. Dieselben liegen auf der ganzen Hügelkette zerstreut und steigen bis auf die höchste Wölbung derselben, ungefähr 500' über den Spiegel der Aare. Wir begegnen diesen Blöcken in der Schlucht der Einsiedelei; sie deuten uns an, dass dieser Querriss vor dem Transport der Blöcke geöffnet wurde; oft sind sie in der sonderbarsten Stellung abgelagert. So liegen mehrere Blöcke an einem steilen Abhange im Walde hinter der Martinskirche auf ihrer Spitze ruhend und an dem jähen Abfall nördlich der Kreuzenkirche befand sich ein grosser Block, welcher nach der Volkssage vom Teufel der Verena nachgeworfen wurde und an welchem noch die Griffe der Krallen erkannt werden sollen. Derselbe ruhte an dem steilen Gehänge nur auf einem schmalen Bändchen von Kalkschichten und ist in der jüngsten Zeit bis an das Bachufer im Grunde der Schlucht hinabgerutscht worden, um dem berühmten Geologen des Jura Amanz Gressly's in dieser Waldeseinsamkeit ein einfaches aber dauerndes Denkmal zu errichten. In der Nähe des Waldthurmes steht ein Block auf einem Postamente, der nur durch das Gegengewicht eines zweiten angelehnten Blockes in seiner erhabenen Stellung sich zu halten vermag.

Untersucht man die Gesteinart dieser Findlinge, so bestehen sie zum grossen Theile aus einem grobkörnigen Granite mit grossen, weissen Feldspathkrystallen, glasig ausgesondertem Quarze und einzelnen dunkeln Glimmer- und Talkblättchen. Diese Gesteinart zeigt der bekannte Block auf dem Wengistein, derjenige mit der Inschrift auf den Geschichtschreiber Robert Glutz und der Denkstein von Maler Disteli in Olten, welcher von der Nordseite der Waldegghöhe herstammt. Es stimmt diese Gesteinart mit derjenigen überein, welche auf der Ostseite des Montblanc ansteht. Ausserdem finden sich noch Blöcke von Euphotid, Serpentin und Gneiss vor. Auf dem gegenüberliegenden Hügel des Buchrains liegen Eklogite mit rothen Granaten, welche wahrscheinlich vom Hintergrunde

des Saasthales im Wallis abstammen. Am Galgenrain fanden sich Sandsteinblöcke mit deutlich erhaltenen Molasseblättern und bei Niederwyl Kalkblöcke mit Neocompetrefakten.

Am zahlreichsten finden sich diese Blöcke in dem Walde hinter dem Schlosse Waldegg und bilden in Verbindung mit den Geröllen einen Wall, der sich vom Waldthurm über den Galgenrain bis zum Brestenberg erstreckt. Es hat dieser Wall, der sich quer über das Thal hinzieht, das Ansehen einer Endmoräne, welche nach den Ansichten der jetzigen Wissenschaft ihr Entstehen dem Rhonegletscher zu verdanken hätte, der sich in früherer Zeit bis in diese Gegend ausgedehnt hatte.

Unter der erratischen Formation erscheint auf der nördlichen Abdachung des Hügels vom Riedholz unter einer wenig mächtigen Lehmschichte ein Lager von rothen und grünen Molassemergeln. Dasselbe ruht auf glimmerhaltigen, nicht sehr compakten Sandsteinbänken, welche früher abgebaut wurden. In den obern Schichten dieses Sandsteinbruches finden sich Süsswasserpetrefakten, wie Unio flabellatus und Lavateri nebst Knochenfragmenten. Diese Leitmuscheln berechtigen zu der Annahme, dass dieser ganze Schichtencomplex zur Süsswassermolasse gerechnet werden muss, sowie auch die Helixformen, die beim Durchbruche der Fallernstrasse aufgefunden wurden. Die Schichten dieses Sandsteines zeigen einen östlichen Fallwinkel von 15 Grad und gegen Norden sind die Schichtenköpfe steil abgebrochen. Der Längsriss, welcher diese Vorkette in seiner ganzen Länge von West gegen Ost durchsetzt, scheint nicht nur die jurassischen, sondern auch die zugleich emporgerichteten tertiären Schichten gespalten zu haben. Auf der südlichen Abdachung des Hügels treten ebenfalls tertiäre Sandsteine in einer Bachrunse am Waldrande bei den obersten Häusern des Riedholzes auf und zwar mit einem östlichen Fallwinkel von 37 Grad. Die westlich von dieser Stelle auftretenden jurassischen Kalkschichten scheinen mit einer gleichen Neigung die tertiären Bildungen zu unterteufen.

Vom Waldthurm bis zum Königshof findet sich auf dem Hügel der Steinbrüche keine Spur einer tertiären Ablagerung mehr vor und diese Thatsache lässt sich erklären entweder aus der Annahme, dass die tertiären Schichten durch Ablation entfernt wurden, womit die auf der Oberfläche der Kalkschichten auftretenden Auswaschungen und Wasserkessel übereinzustimmen scheinen oder aus der Ansicht, dass unsere Steinbrüche im Tertiärmeere eine kleine Insel bildeten, an deren Ufer die Sandsteine und Mergellager sich absetzten und bei einer spätern Hebung mit aufgerichtet wurden. Untersucht man die Ausfüllungsmasse, welche in den Spalten der Kalkfelsen eingelagert ist, so scheint dieselbe sehr verschiedenen geologischen Epochen anzugehören.

In jüngster Zeit wurden am Westende der Steingrube von »Schnezchlaus« oberhalb

St. Niklaus im Grunde einer Spalte von $1/2$ Fuss Weite, welche die oberen Bänke bis auf das dreischühige Lager durchsetzte und mit gelbem Lehm erfüllt war, eilf Pferdezähne (Equus caballus) sammt einem Kieferstücke aufgefunden. Diese Einschwemmung wird zu den jüngsten Gebilden gerechnet werden müssen.

Im Jahre 1823 wurden in den Zwischenschichten der Kalkbänke von Professor Hugi Zähne aufgefunden, welche von Cuvier dem Anaplotherium und Palaeotherium zugeschrieben wurden und zur Eocenperiode gehören. Zahlreich sind die Spalten, welche die Steinbruche in schiefer Richtung von Sudost nach Nordost durchsetzen und mit rothem Bolus nebst Bohnerzkornern und Hupererde ausgefullt sind. Das Nebengestein hat durch diese Einlagerung vielfache Umanderung erlitten, der Kalkstein hat theilweise seine Farbe und Structur verändert und an der Oberfläche zeigen sich Abrundungen und Auswaschungen der Gesteine. Nicht selten sind auch die Kluftflächen mit bituminösen Anflügen erfüllt. Diese letzte Art der Einlagerung bietet sehr grosse Analogie mit den Verhältnissen, wie dieselben bei den Hupererdegruben von Lengnau und Grenchen auftreten und die nach den darin aufgefundenen Petrefakten als Ausfüllung zur Neocomperiode sich darzustellen scheinen. Eine mächtige Einlagerung von Hupererde nebst Bolus findet sich am ostlichen Abfalle der Kalkschichten im Walde nördlich vom Waldthurm und ist gegen Osten von tertiaren Sandsteinen begrenzt. An dieser Stelle wurde früher Hupererde exploitirt; das ausgebeutete Material war jedoch stark mit Schwefelkies durchsetzt.

Eine genauere Verfolgung dieser Ausfüllungsmassen der Spalten in den obern Juraschichten dürfte zu interessanten Aufschlüssen führen über die vielen Catastrophen, welche nach ihrem Absatze über ihrer Oberfläche sich ereigneten.

Untersucht man die Serie der jurassischen Gebilde an dieser Vorkette, so begegnet man den obersten Schichten an dem Wege vom Feldbrunnen gegen St. Niklaus. Auf der Höhe dieses Kirchweges liegt ein grauweisser Kalkstein von feinem Korn und wenigen Petrefakten. Es ist dieselbe Schichte, welche auf der Westseite der Waldegg zu Tage geht und auf der Nordseite des Schlosses unter dem Moränenschutte hervorsticht. An der letzteren Localität finden sich in diesen Bänken Exogyren, die mit den Virgulaschichten von Lommiswyl übereinzustimmen scheinen. Mit dieser Schichtenzone correspondirt auch das Kalklager, das an der Südseite der Kirche von St. Niklaus angeschlagen werden kann und beim Blumenstein sich unter die Diluvialterrasse einsenkt. Dieser obere Schichtencomplex, dessen Mächtigkeit aber hinter demjenigen von Lommiswyl zurücksteht, würde der Virgulastufe entsprechen, wie dieselbe an der Weissensteinkette auftritt.

Ungefähr sechs Fuss unter diesen dünngeschichteten Bänken treten Schichten auf,

die mit zahllosen Nerineen erfüllt sind und diese Nerineenbänke bilden einen sehr constanten Horizont und finden sich in den meisten Steinbrüchen mit ihrem typischen Charakter wieder; gar oft fehlen die obern Schichten, welche an den südlichen Hügeln von Waldegg, St. Niklaus und Blumenstein auftreten und es bilden die Nerineenbänke, auf welchen durch Verwitterung die zahllosen Schraubenschnecken deutlich erkennbar sind, das oberste Lager der Steinbrüche. Vergleicht man die Schichtenzone der 11 Steinbrüche, die wirklich ausgebeutet werden, so zeigen die Lager eine auffallende Uebereinstimmung, sowohl rücksichtlich der Structur der Gesteine als der Mächtigkeit, und es treten nur in einigen Bänken wesentliche Verschiedenheiten auf. Es werden die Schichten ungefähr 34 Fuss tief abgebaut und die Steinhauer bezeichnen dieselben meist nach ihrer Mächtigkeit mit besondern Namen. Beinahe in allen Brüchen treten zu oberst die sogenannten Kalkbänke auf, welche sowohl als gewöhnliche Mauersteine sowie zum Kalkbrennen in Ziegelofen zur Verwendung kommen, und nur in den nördlichen Gruben werden sie stellenweise als Hausteine abgeschroten. Die Mächtigkeit dieser brüchigen Kalklager wechselt von 8—18 Fuss; dieselben sind mit vielen Kalkspathdrusen versehen und zeigen auf dem Bruche ein feines Korn und grauweisse Farbe. Sie können in einzelnen Gruben in drei verschiedene Abtheilungen getrennt werden. Die unterste dieser Zonen ist bei den Steinhauern unter dem Namen des obersten Werkbankes (Drekbankes) bekannt, auf dessen unterer Seite ein mergeliger Kalkbank mit allseitig sich verzweigenden Fucoiden und zahlreichen Nerineen auftritt, der leicht der Verwitterung ausgesetzt ist. Diese Kalklager werden meistens nur abgedeckt, um die darunter liegenden bauwürdigen Lager als Hausteine zu exploitiren. In den östlichen Brüchen hinter der Waldegg besitzt der obere Werkbank eine Mächtigkeit von 2½ Fuss und liefert ein solides Material von blauweisser Farbe. Tiefer folgt der dreischühige Bank mit einer Mächtigkeit von zwei Fuss acht Zoll bis drei Fuss; ein compakter röthlich grauer Kalkstein, der hie und da mit grünlichen Mergelstichen durchsetzt ist, jedoch in allen Gruben als Haustein zur Verwendung kömmt. Er besitzt auf der untern Seite die dreischühige Platte von acht Zoll Dicke und die ein Fuss mächtige harte Platte, welche als polirte Marmorplatte zu Grabmälern vielseitig verwerthet wird.

Unter dieser Schichtenserie folgt der vierschühige Bank, ein grauröthlicher Kalkstein von 3½—4 Fuss Mächtigkeit, der als trefflicher Haustein benutzt wird und zu Quadersteinen für Brückenbauten, Sockelsteinen und Brunnschalen ausgesucht wird. Auf der untern Seite desselben findet sich die vierschühige oder milde Platte von ein Fuss Dicke und der harte Bank von 2½ Fuss Mächtigkeit. Während der letztere in den

westlichen Bruchen einen soliden bläulichen Kalkstein mit hübscher Zeichnung auf der Polirfläche liefert und desshalb häufig zu hübschen Denkmälern ausgemeisselt wird, so bildet diese Schichtenzone in den Gruben von Wengistein bis ins Riedholz ein mergeliges, grünliches Zwischenlager, welches für Steinhauerarbeit nicht tauglich ist und unter dem Namen des Rätschenbankes mit Pulver weggesprengt wird. Dieses Lager ist die Fundstätte der Seegräser und Meerigel, der zahlreichen Muscheln und Schnecken, der Krokodilkiefer und Schildkrötenschalen, welche dem naturhistorischen Museum eine so reichhaltige Ausbeute geliefert haben; in der östlichsten Grube hinter der Waldegg wird diese Schichte Knorzbank genannt.

Unter diesem Petrefaktenlager findet sich der milde Bank von anderthalb Fuss Dicke und dann folgt der Schalenbank, nach dessen Güte sich vorzugsweise der Werth einer Grube richtet. Er besitzt eine Mächtigkeit von $3\frac{1}{2}$—4′, liefert einen grauweissen oder bläulichen compakten Kalkstein, aus dem die hauptsächlichsten Kunstarbeiten gefertigt werden. Er zeigt stellenweise Kalkspathdrusen, sogenannte Salzlöcher und von ihm wird in einigen Brüchen auf der obern Seite noch die Schalenbankplatte durch Eintreiben von Keilen abgetrennt. Der Kalkstein des Schalenbankes besitzt ein spez. Gewicht von 2.[illegible] und wiegt per Cubikfuss 143.[illegible] Pfund.

Tiefer wird noch der halbwilde Bank von 2′ Dicke ausgebeutet, der nur theilweise verwendet wird, weil die untere Hälfte wegen der Sprödigkeit nicht gemeisselt werden kann. Er ruht auf der untern Platte von 1—$1\frac{1}{2}$ Fuss Mächtigkeit und dem untern Bank von 1—$2\frac{1}{2}$ Fuss Dicke und tiefblauer Farbe. Dieser Schichtencomplex von zwölf bauwürdigen Lagern basirt auf einer sechs Fuss dicken Schichte eines weissen brüchigen Kalkes, welche nach der jetzigen Ausbeutungsmethode nicht mit Vortheil gehoben und benutzt werden kann.

Nicht in allen Brüchen zeigt sich diese normale Lagerungsfolge; so entbehrt der westliche Bruch unterhalb dem Waisenhause der obersten Schichten, und unmittelbar unter der Dammerde erscheint der etwas verwitterte vierschühige Bank. Dasselbe Verhältniss zeigt sich in der östlichen Fortsetzung dieser Zone in der Steingrube unterhalb dem Wengistein, was auf eine Sprengung und Abtrennung der obern Schichten nach dieser Richtung schliessen lässt. Diese in Ausbeutung befindlichen Schichten umfassen den geognostischen Horizont des Strombien von Thurmann und sind als Localformation auch als Schildkrötenkalk von Solothurn bekannt.

Als Grundlage dieser Pterocerenstufe erscheint ein 80 Fuss mächtiges Kalkmassiv, das wenige petrefaktologische Einschlüsse enthält. Das Gestein besteht anfangs aus einem graulichen Kalk von feinem Korn, der tiefer in dünnschiefrige, weisse spathige Kalkbänke

übergeht, die stellenweise mit weissen oolithischen Zwischenschichten wechseln. Da diese Gesteinart in einzelnen Bänken leicht der Verwitterung zugänglich ist, so begegnet man längs dem Fusswege zur Einsiedelei stellenweise Grotten, die auf beiden Seiten der Querkluse einander entsprechen und das pittoreske Ansehen dieser romantischen Felsschlucht erhöhen. Da in dieser Schichtenzone auch im Horngraben auf der Nordseite der Weissensteinkette und in den Querklusen der Roche solche Höhlenbildungen veranlasst wurden, so passt auf diese Gesteinart auch der Name Höhlenkalk.

Das tiefste Glied dieser Schichtenreihe erscheint am nördlichen Ausgang der Klause hinter der Martinskirche. In der daselbst von Geologen vielbesuchten Grotte bricht ein weisser, oolithischer Kalk von kreideartigem Ansehen, der zahlreiche aber innig mit dem Gesteine verwachsene Petrefacten einschliesst und unter dem Namen der Verenaschichten bekannt ist. Es gehört diese Gruppe nach den organischen Ueberresten zur Abtheilung des Corallien von Thurmann und nach dessen System müsste das darüber liegende Kalkmassiv bis zur Pterocerenstufe zur Formation des Astartien gerechnet werden. Bis jetzt war es nicht möglich diese Anschauungsweise durch das Auffinden charakteristischer Fossilien zu erhärten. Diese Verenaschichten sind in der Kluse von Oberdorf senkrecht aufgerichtet und zeigen noch eine mächtige tiefer liegende Schichtenfolge von compakten Kalksteinen, welche an der Vorkette der Steinbrüche nicht mehr zu Tage gehen.

3. Paläontologische Verhältnisse.

Prüft man das Vorkommen der Petrefakten in den Steinbrüchen von Solothurn, so erscheinen im obern Kalksteinbanke zahlreiche Nerineen, die fest in das Gestein eingewachsen sind und unregelmässig durcheinander liegen. Die innere Höhlung bildet häufig eine Kalkspathdruse und wenn die Oberfläche der Bänke ausgewittert ist, so kommt die Zeichnung der Windungen auf der ganzen Fläche zum Vorschein. Diese Schraubenschnecken gehören zu der Nerinea depressa Volz, N. Gosae Roem. und N. fallax Th. In denselben Schichten wurden auch Fischkiefer gefunden von Pycnodus gigas Ag. und Hugii Ag. nebst den Flossenstacheln von Asteracanthus ornatissimus Ag.

In dem zweiten Lager, dem obern Werkbank (Drekbank), finden sich die Terebratula suprajurensis Th., einige Schildkrötenfragmente und namentlich ist die untere mergelige Schichtfläche mit zahlreichen Fucoiden durchzogen, in welchen häufig Nerineen auftreten und auch Schildkröten zum Vorschein kommen.

Im dreischühigen Bank und seiner Platte wurden Zähne von Madriosauros Hugii H. v. M. ausgebeutet und in der darunter liegenden harten Platte Saurierwirbel.

Der vierschühige Bank mit der milden Platte zeigt einen ähnlichen mineralogischen und petrefaktologischen Charakter wie der vorige. In demselben begegnet man die Terebrateln und Schildkrötenbruchstücke.

Die Hauptfundstätte der Versteinerungen bildet der Horizont des harten Bankes in den westlichen Brüchen und das äquivalente Glied des Rätschenbankes in den östlichen Steingruben oberhalb St. Niklaus, von denen die letztern die reichste Ausbeute geliefert haben. — In dieser Zone findet sich Ceriospongia multistella Et., Hemicidaris mitra und Thurmanni Ag., Pseudodiadema planissimum Des., Ostraea spiralis d'Orb. Avicula Gessneri Th., Cardium axino-elongatum Et. Pterocera Oceani Lab., Natica hemisphaerica. semiglobosa Et. und Eudora cochlita Th. — Von derselben Schichtenlage stammen auch die meisten der vollständig erhaltenen Schildkrötenschalen des Solothurner Museums. — Aus der unteren Platte des Rätschenbankes, aus der nordöstlichsten Grube, wurde im November 1857 eine vollständige Schildkröte mit Bauch- und Rückenschild herausgehoben. Sie fand sich in einem gelben Lager mit Pterocera Oceani unmittelbar über dem milden Bank. Die Neigung der Schichten betrug 6 Grad Süd.

Eine grosse vollständig erhaltene Rückenplatte, ausgebeutet den 18. April 1858, stammt vom milden Bank aus der ersten Grube östlich vom Kreuzengraben (Hans Bargezzi). — In demselben Bruche wurde im Jahre 1859 eine platt gedrückte vollständige Schildkröte auf dem untern Lager des Dreckbankes aufgefunden und eine schön erhaltene Platychelys stammt aus dem Rätschenbank derselben Steingrube vom Jahre 1860. — Eines der vollständigsten Exemplare wurde den 5. Mai 1864 aus dem Rätschenbank der östlich davon gelegenen Grube Schnezchlaus herausgenommen. Auf der Westseite derselben Grube wurde aus demselben geognostischen Horizonte den 5. April 1866 eine vollständige Schildkröte mit Rücken- und Bauchschild ausgehoben.

Die meisten dieser Thiere fanden sich auf dem Bauchschilde gelagert und scheinen in dieser Lage umgekommen zu sein, doch fanden sich auch Beispiele, wo die Rückenschale auf der Unterseite eines gehobenen Kalklagers hervortrat.

Die meisten der sehr zahlreich vorhandenen Fragmente von Rippen, Wirbeln und Bauchplatten lassen auf eine grosse Anzahl dieser Thiere schliessen, welche sich in dem jurassischen Meere in der Umgebung Solothurns auf einer Fucusbank nebst den andern gewaltigen Sauriern herumtrieben.

Von den letzteren fanden sich Zähne und Kiefer in der tiefer liegenden Schichte des Schalenbankes, dessen Bruchfläche zahlreiche Terebrateln erkennen lässt. — Einzelnen Fischkiefern und Fischzähnen begegnet man auch noch in dem halbwilden

Bank, der unteren Platte und dem unteren Bank, von welchem auch Mytilus amplus und Natica grandis herstammen.

Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass in den obern Lagern vorzugsweise die Nerineen ihre hauptsächlichste Entwicklung erlangt haben und desshalb mit Nerineenbänken bezeichnet werden können. Das regste, organische Leben kam jedoch zur Zeit der Entwicklung der mittleren Schichtenzone zur Entfaltung und zwar in dem Brackwasser eines Küstensaumes, wo Luft- und Wasserthiere, Meer- und Süsswassergeschöpfe gleichzeitig gehaust haben.

Aus den Steinbrüchen von Solothurn wurden folgende Petrefakten ausgebeutet:

Amorphozoa:	*	Ceriospongia multistella Et.
Echinodermen:		Hemicidaris mitra Ag.
	*	(Pseudocidaris) Thurmanni Ag.
	*	Pseudodiadema planissimum Des.
Brachyopoden:		Terebratula suprajurensis Th.
Acephalen:	*	Exogyra spiralis d'Orb.
	*	Hinnites inaequistriatus Voltz.
		Gervillia Goldfussi Et.
	*	« tetragona Roem.
	*	Avicula Gessneri Th.
		Mytilus amplus Goldf.
	*	« intermedius Th.
		« perplicatus Et.
	*	« subaequiplicatus Goldf.
	*	Pinna Banneiana Th.
		Trigonia muricata Roem.
	*	Lucina substriata Roem.
	*	Cardium axino-elongatum Et.
	*	« axino-obliquum Th.
	*	« Banneianum Th.
Gasteropoden:		Bulla suprajurensis Roem.
		Pterocera Oceani Delab.
	*	Rostellaria Wagneri Th.
	*	Pleurotomaria Banneiana Th.

Die mit * bezeichneten Petrefakten befinden sich in der Zone strombienne Nr. 11 von Pruntrut vide Thurmann: Lethea Bruntrutana.

Gasteropoden:	Pleurotomaria Solodurina Th.
	• Trochus plebejus Th.
	• Natica cochlita Th.
	« Elea d'Orb.
	• « Eudora d'Orb.
	• « gigas Br.
	• « hemisphärica d'Orb.
	« semiglobosa Et.
	« turbiniformis Roem.
	• « vicinalis Th.
	Nerinea depressa Voltz.
	« Elsgaudiae Th.
	« Gosae Roem.
	« Mariae d'Orb.
	« pyramidalis Mü.
Cephalopoden:	Ammonites Achilles d'Orb.
	Nautilus Maureausus d'Orb.
Crustaceen:	Orhomalus macrochirus Et.
Pisces:	Strophodus subreticulatus Ag.
	Gyrodus jurassicus Ag.
	Pycnodus gigas Ag.
	« Hugii Ag.
	Lepidotus laevis Ag.
	(Sphaerodus) gigas Ag.
	Asteracanthus ornatissimus Ag.
Reptilien:	Machimosauros Hugii H. v. M.

Unter den in diesem Verzeichniss angeführten Versteinerungen finden sich 22 Spezies, welche in der Zone strombienne Nr. 11 von Pruntrut vorkommen und es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die mittlere Schichtenzone der solothurnischen Steinbrüche diesem geognostischen Horizonte zugetheilt werden muss. — Will man auf die Differenzierungen eintreten, welche in dem Werke von Thurmann und Etallon in der Lethea bruntrutana gemacht werden, so lässt die obere Schichtengruppe viele parallele Glieder mit dem Epistrombien supérieur Zone 7 und dem Hypovirgulien auffinden und

es scheinen diese in der Gegend von Pruntrut mehr getrennten Bildungen in der Umgebung Solothurns bei geringerer Entwicklung der Mächtigkeit mehr zu confluiren.

In den unterhalb der Pterocerenstufe der Steinbrüche auftretenden weissen und gelblichen Kalkbänken mit einer Mächtigkeit von ungefähr 80 Fuss lassen sich nur wenige Spuren organischen Lebens entdecken, und nur in der Grundlage dieser jurassischen Vorhebung hinter der Martinskirche bei der Einsiedelei St. Verena lassen sich daselbst in einer Grotte fossile Ueberreste auffinden. — Die Petrefakten sind innig mit dem kreidigen, weissen, oolitischen Gesteine verbunden, so dass die Fossilien schwierig in charakteristischen Exemplaren zu gewinnen sind, obschon dieselben zahlreich auftreten. — Da der Verwitterungsprozess bei diesen Grotten jährlich Fortschritte macht, so lassen sich die Fossilien auf der Schichtungsfläche erkennen, auf welcher sie durch die Auswitterung schärfer hervortreten.

Von dieser Lokalität stammen folgende Petrefakten:

Amorphozoa:	*	Thamnastrea concinna E. u. H.
		Montlivaltia elongata E. H.
	*	« « subcylindrica E. H.
Echinodermen:	*	Cidaris florigemma Phill.
Brachyopoden:		Terebratula Bauhini Et.
	*	« Morawica Glock.
Acephalen:		Ostrea solitaria Sow.
	*	Hinnites velatus d'Orb.
	*	Pecten articulatus Schl.
		« globosus Qu.
	*	« solidus Roem.
		Gervillia pernoides Desh.
		Diceras St. Verenae Gressly.
	*	Trigonia geographica Ag.
	*	« Meriani Ag.
	*	Astarte robusta Et.
		Corbis concentrica Buv.
	*	Cardium corallinum Leym.
	*	« septiferum Buv.
Gasteropoden:	*	Nerinea Defrancei Desh.
	*	« suprajurensis Voltz.
	*	« Kohleri Et.

In diesem Petrefaktenverzeichnisse stimmen 15 Species mit der Groupe corallien, Zone 24 der Lethaea bruntrutana von Thurmann und Etallon zusammen. — Die Diceras St. Verenae wurde von Herrn Nicolet in dem weissen kreidigen Corallien mit Nerinea Bruntrutana Th. bei Lachaux-de-fonds aufgefunden. — Es stimmt dieses Fossil so ziemlich mit Diceras Münsteri Goldf. überein und wird von einigen Paläontologen auch für diese Species erklärt, welche bei Nantua in Gesellschaft von Diceras arietina gefunden wurde.

Aus diesen petrefaktologischen Ergebnissen geht hervor, dass die jurassische Vorhalde der solothurnischen Steinbrüche den Schichtencomplex umfasst von der Virgulastufe bis zum Corallien (Diceratien) (vide Taf. I Fig. 3); dass aber die Zwischengruppe des Astartien nicht zu deutlicher Entwickelung mit prägnanten petrefaktologischen Charakteren gekommen ist. — Es stimmt dann dieser geologische Horizont überein mit den senkrecht aufgerichteten, vordern Felswänden der nördlich gelegenen Weissensteinkette, an welcher diese Schichtenserie durch Auffinden von Leitmuscheln nachgewiesen wurde bei Balm, Oberdorf, Lommiswyl und Grenchen. — In dem Profile der Querkluse oberhalb Oberdorf zeigt sich, dass unter den oolithischen Verenaschichten noch ein mächtiges Massiv von Kalkbänken mit wenigen deutlichen Versteinerungen vorhanden ist und dass erst in der Grundlage dieser Kalkschichten, wo sie durch thonige Beimengung ein lockeres Gefüge erhalten, die leitenden Fossilien des obern Terrain à chailles oder der Crenularisschichten auftreten.

4. Orographische Verhältnisse.

Ueberschaut man von der Anhöhe des Schöngrüns die freundliche Umgebung der Stadt Solothurn am Fusse des Weissensteines und der Hasenmatte (vide Taf. I Fig. 2), so fesselt in diesem grünen Gelände mit buntem Wechsel von Wald und Wiese, Feld und Au, der blinkende Spiegel der Aare den Blick des Beobachters. — Dieser Strom windet sich wie ein verschlungener Silberfaden mit seinen Mäanderkrümmungen durch die tiefsten Stellen einer weitausgedehnten Fläche, welche sich von Büren bis in die Nähe der Stadt Solothurn mit geringem Gefälle ausdehnt. Bei der Ringmauer der Stadt selbst treten die Hügel beider Ufer sehr nahe zum Strombette heran und gestatten dem Gewässer nur einen schmalen Durchpass. — Die geringe Neigung der Thalsohle setzt sich östlich fort bis in die Gegend des Emmenholzes, wo die Wellen der Aare sich über eine Barriere von Sandstein werfen, die in schiefer Richtung das Strombett durchsetzt. — Im weitern Ver-

laufe bei der Einmündung der Emme in die Aare beginnt ein rascheres Gefälle dieses Flusses und es scheint derselbe durch die Anschwemmungen der Emme bis an die Sandsteinhügel des Brestenberges hinübergedrängt worden zu sein. – Wenige Fuss über dem Wasserspiegel dehnt sich am rechten Ufer eine flache Ebene aus über Zuchwyl, Luterbach bis nach Wangen. — Das Gefälle der Aare von Büren bis Solothurn in einer Erstreckung von circa 3 Stunden beträgt 2 Meter und von Solothurn bis Wangen in einer Entfernung von 2 Stunden 10 Meter. — Es erklärt sich aus diesen Angaben die schon öfters eingetretene Katastrophe, welche die Ebene oberhalb Solothurn bei hohem Wasserstande in einen weitausgedehnten See verwandelte. — Untersucht man die Grundlage der Ebene, in welche die Fluthen der Aare ihr Rinnsaal gegraben haben, so findet sich unter der Dammerde ein schwärzlicher und grünlicher Lett von 4—5 Fuss Mächtigkeit; derselbe ruht auf einem Lager von Sand und in einer Tiefe von 20—25 Fuss erscheint der tertiäre Sandstein. — In den Lehm- und Sandbänken wurde in der Vorstadt Solothurns beim Fundamentiren eines Hauses ein Baumstamm gefunden und es scheint diese Anschwemmung mit den Ablagerungen übereinzustimmen, in denen beim Fundamentiren der Brücke von Busswyl Baumstämme (Eichen) in einer Tiefe von 11—15 Fuss ausgehoben wurden. — Aus denselben Lagern stammen auch der Stosszahn und der Tibialknochen von Elephas primigenius, die bei der Anlage des Schanzgrabens in der Vorstadt zu Tage gefördert wurden. — Bei diesen Terrains ist die Ausmittlung schwierig, ob ihre Bildung in die anti- oder postglaciale Periode zu rechnen ist, und wir bezeichnen dieselben einstweilen mit der unteren Diluvialterrasse.

In grösserer Entfernung von dem Flussbette der Aare steigen zu beiden Seiten theils mit steiler, theils mit sanfter Böschung Hügel an, die sich in einer Höhe von 50—60 Fuss über dem Nullpunkt des Pegels zu ebenen Flächen ausdehnen. Auf einer sanften Böschung von der untern Terrasse des Klosterplatzes bis zur Höhe des Riedholzes und der Werkhofmühle ist der grösste Theil der Stadt Solothurn gebaut. — Die auf beiden Seiten der Thalsohle correspondirenden Ebenen des Fögez- und Feldbrunnens mit denjenigen des Spitalhofes und Schöngrünes bilden die zweite Diluvialterrasse. — Ihre Grundlage besteht aus einer mächtigen Anhäufung von Geröll und Grien mit Zwischenlagern von Sand, welche der ganzen Bildung ein schichtweises Ansehen verleihen. In der obern Abtheilung sind auch Findlingsblöcke eingelagert. Am Grunde dieser Terrasse treten auf einem Lehmlager zahlreiche Quellen auf, die der Aare zufliessen.

In regelmässiger Abstufung erhebt sich in noch grösserer Distanz vom Flussbette die dritte Diluvialterrasse sowohl in denwaldigen Hügeln des Buchraines auf dem rechten

Ufer als in den Anhöhen von Lommiswyl, Oberdorf, Riedholz und Günsberg auf der entgegengesetzten Seite. — Auf diesen Anhöhen zeigt sich die Ablagerung des Gletscherschuttes mit den Findlingsblöcken im ursprünglichen Zustande der Entstehung, indem sie durch keine nachfolgenden Catastrophen bedeutende Zerstörung erlitten hat. — So bietet das Relief der nächsten Umgebung der Stadt auf beiden Ufern der Aare eine regelmässige dreifache Abstufung der quaternären Gebilde und diese Einförmigkeit wird nur gestört durch die der Aare zufliessenden Seitenbäche, wie Durrbach, St. Katharinenbach und die Siggern, welche ihre Querrunsen in die Diluvialterrassen gegraben haben. — Diese Configuration des Aarethales scheint ihre Entstehung einer gewaltigen Erosion des Wassers zu verdanken, welche nach der Gletscherepoche mit mehrfacher Unterbrechung und successiv geringerer Ausdehnung und Gewalt die glacialen Sedimente durchfurcht hat.

Als Grundlage dieser erratischen Formation begegnet man in den Tiefen der Hügelreihen, welche sich parallel längs der Aare hinziehen, dem tertiären Sandsteine. — Er zeigt wellenförmige Biegungen, die man an dem Durchschnitte der Fallerenstrasse und am Hügel der Rosegg beobachten kann. — Bei Oberdorf steigt ein Süsswasserkalk mit discordanter Lagerung gegen die steil aufgerichteten Felsen des obern Jura an. — Diese Wellenform der Molassehügel, die sich von Schnottwyl bis Wolfwyl verfolgen lässt, liefert den Beweis, dass die letzte jurassische Hebung sich auch noch auf die Tertiärschichten reflektiert hat und somit nach der Tertiärepoche erfolgt ist. — Es zeigt sich diese Auflagerung des tertiären Sandsteines auf den obern gehobenen Jurafelsen auch im Riedholz und bestätigt die Ansicht, dass die Vorhebung der Steinbrüche jünger als die Tertiärzeit ist.

Betrachtet man diesen Hügelzug der Steinbrüche vom orographischen Standpunkte aus, so bilden die obern jurassischen Kalkschichten eine schildförmige Hebung, welche in der Gegend der Steingrubenmühle sich aus der zweiten Diluvialterrasse erhebt, bis in die Gegend der Martinsfluh zur höchsten Wölbung ansteigt und beim Waldthurm unter die tertiären Gebilde sich verliert (siehe Taf. I Fig. 2). — Diese schildförmige Wölbung ist aber nicht einfach, sondern besitzt östlich der Querkluse von St. Verena eine dreifache wellenförmige Biegung, die sich in den Querschnitten von Süd nach Nord deutlich reflektiert und bei der Verbreiterung der gehobenen Basis in drei kleine Rücken gegen Osten ausläuft. — Ausserdem findet sich auf der nördlichen Flanke ein Längsriss, der sich von dem Königshof bis gegen Hubersdorf verfolgen lässt und längs welchem das nördliche Bogensegment der Wölbung in der Tiefe zurückgeblieben ist. — Am südlichen Abfall der Hebung lässt sich eine zweite Längsspalte erkennen, welche aber nur die obersten

Schichtenlager getrennt hat. — Sie beginnt bei der Steingrubenmühle, setzt sich hinter dem Hofe von Fröhlicher und der Kirche von St. Niklaus bis zur Waldegg fort. — Die in dieser Zone angelegten Steinbrüche haben eine deutliche Verwerfung der Schichten zu Tage gelegt.

Aber nicht allein in der Richtung von West gegen Ost ist diese Vorhebung zerrissen, sondern auch von Süd nach Nord in drei Querklusen aufgeschlossen. — Der tiefste Riss hat sich bei der höchsten Wölbung der Schichten längs dem Wege zur Einsiedelei St. Verena gebildet. — Die beiden Lippen dieser Querschlucht correspondiren in der Aufeinanderfolge und Mächtigkeit der Schichten; letztere zeigen von dem Eintritte bei St. Niklaus bis zur Martinskirche eine dreifache Wellenbiegung und gehen stellenweise im Grunde des Bachbettes von einer Seite zur andern ununterbrochen hinüber, so dass der Querriss sich nur auf die obersten Lager der Hebung erstreckt. — Diese Thatsache lässt sich beim Denksteine des Geologen A. Gressly sehr deutlich erkennen. — Die durch den beständig fortwirkenden Verwitterungsprozess entstandenen Grotten verleihen diesem vielbesuchten Spazierwege durch die romantische Felsschlucht ein pittorreskes Gepräge.

Durch den zweiten östlich gelegenen und nicht so tief gesprengten Querriss windet sich die Strasse von St. Niklaus zum Gallmoos und lässt die dreifache wellenförmige Faltung der Vorhebung noch deutlicher erkennen. – Die dritte Kluse findet sich am östlichen Abfall der Hebung im Kalkgraben und durch dieselbe führt ein Fussweg vom Waldthurm in das Thal von Wydlisbach.

So stellt sich der Hügel der Steinbrüche nach dem Systeme von Thurmann als eine Hebung erster Ordnung mit dreifacher wellenförmiger Faltung, zwei Längs- und drei Querrissen dar, deren Entstehung in den Zeitraum zwischen der tertiären und der quaternären Epoche fällt.

Prüft man noch das Verhältniss dieser jurassischen Vorhebung zu der nördlich verlaufenden Weissensteinkette, so zeigt sich ein Anschluss an dieselbe in der Gegend von Hubersdorf und Kammersrohr. Die Kette des Weissensteins zeigt westlich von der Klus von Balsthal eine sehr schiefe Hebungsrichtung gegen die Schweizerebene *(Regard suisse)* und lässt alle Formationen bis auf den Gyps des Keupers zu Tage treten in der Gegend von Walden, Wolfisberg, Rumisberg und Farnern; es bildet sich in dieser Gegend durch die Verbreiterung der Gebirgsbasis eine nur sanft gegen Süden abfallende weite fruchtbare Hochebene. Dieselbe erstreckt sich westlich bis an den Mattenhof bei Kammersrohr und die Hügelreihe von Riedholz schliesst sich als westlicher Ausläufer an

dieses Plateau an. — Die Hochebene von Farnern ist gegen Westen durch die Vertiefungen von Hubersdorf, Niederwyl und Günsberg abgeschlossen, wo die Siggern ihre Runsen in die tertiären Ausfüllungen gegraben hat. — Die Weissensteinkette hat sich in der Gegend von der Bruggmatt bis Balm auf einen kleinern Durchmesser zusammengezogen und zeigt eine Sprengung der Gewölbe bis auf den Muschelkalkgyps bei sehr schief geneigter Hebungsaxe gegen die Schweizerebene, so dass die der Südflanke entsprechenden obern jurassischen Glieder nicht mehr zu Tage ausgehen und von tertiären Gebilden bei Günsberg bedeckt sind. — In der Gegend von Balm bis Oberdorf und dem Weissenstein stellt sich dann die regelmässige Schichtenfolge der Gewölbe auf dem nördlichen und südlichen Bogensegmente wieder her.

Die Balmfluh taucht plötzlich aus den tertiären Anschwemmungen in kühnem Schwunge mit senkrechten, ja stellenweise gegen Süden überkippten Schichten empor und überblickt man die Hebungsverhältnisse in der Gegend von Kammersrohr, Günsberg, Niederwyl, Hubersdorf, Gallmoos, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke einer gewaltigen Depression der jurassischen Schichten auf, welche sich gebildet hat durch das Abbrechen der Schichtenköpfe am Westrande des Hochplateaus von Farnern, durch die Einsenkung der obern jurassischen Schichten an der Südflanke der Weissensteinkette bei Günsberg, durch das Zurücksinken der entsprechenden Formations-Glieder auf der Nordseite des Langsrisses, welcher die Steingruben-Riedholzhöhe in seiner ganzen Erstreckung gespalten hat und durch den steilen Absturz von den Felsen der Balmfluh, welche mit den Schichten der Steinbrüche correspondiren (vide Taf. I. Fig. 1).

Durch eine Verbreiterung der Gebirgsbasis mit allmählig darin auftretender Faltung trennt sich in der Gegend von Grenchen aus einer sanften Wölbung der sanft abfallenden obern jurassischen Schichten die Kette von Romont und nach demselben Modus die Kette des Weissensteines von der Hauensteinkette in der Gegend von Hägendorf aus den Vorhebungen von Wangen, dem Galgenhölzli und Hardt bei Olten. In analoger Weise muss die Hügelreihe vom Steinbruch-Riedholz als der Beginn einer Kettenbildung aus dem Hochplateau von Rumisberg-Farnern angesehen werden. Zur Zeit ihrer Entstehung fand eine gewaltige Depression zwischen derselben und der nördlich gelegenen Weissensteinkette statt.

Fasst man zum Schlusse alle diese angeführten Thatsachen in einen Gesichtspunkt zusammen und sucht die Veränderungen, welche die Umgebung von Solothurn im Verlaufe der geologischen Zeiträume erlitten hat, in wenigen prägnanten Zügen zu skizzieren, so bietet sich uns zuerst eine ununterbrochene Meeresfläche dar von Solothurn bis Basel,

aus welcher nur einzelne Eilande emportauchten, die von Korallenriffen umsäumt waren; mit ihnen wechselten einzelne Atolle. — In damaliger Zeit trieben sich auf schwimmenden Bänken von Seetang die gewaltigen Gaviale und zahlreichen Süsswasser- und Meerschildkröten in Gesellschaft von Meerigeln und Ganoidenfischen wahrscheinlich in einer Lagune von Brackwasser herum, die uns jetzt in den Steinbrüchen als Documente dieser Catastrophe aufbewahrt sind.

Zur Zeit der Kreideperiode hob sich diese Insel über die Fluthen und mit dem Beginn der Tertiärepoche trieben sich auf derselben die Anaplotherien und Palaeotherien herum, während sich im Umkreise die Sedimente der Tertiärzeit in Süsswasserlagunen absetzten.

Als die Alpen sich zur jetzigen Gestalt emporthürmten, wurden auch die Ketten des Jura gefaltet. Die Insel der Steinbrüche ward höher aufgerichtet, längs dem Nordrande gespalten, auf dieser Seite theilweise versenkt und durch quere Schluchten zerrissen. — Lange Zeit blieb dieses Eiland den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, wodurch die Oberfläche vielfach ausgewaschen und von den tertiären Auflagerungen denudiert wurde. Später dehnten gewaltige Eisströme sich von den Alpen bis zu den Jurafelsen aus und leiteten die zahlreichen Findlingsblöcke bis an ihre Abhänge. — Aber auch diese frostige Eiszeit musste den Wärmestrahlen eines mildern Climas weichen, und die durch das Schmelzen des Eises anschwellenden Gewässer haben die terrassenförmigen Abstufungen längs den jetzigen Flussbetten erodiert. Am Ende dieser stürmischen Catastrophen sprosste die Pflanzenwelt aus der fruchtbaren Dammerde hervor, bedeckte die Diluvialterrassen mit dem schmelzenden Grün des Wiesenplanes, die Juragehänge wurden mit dichten Wäldern bekleidet und so ward die früher so vielfach verheerte Gegend zum freundlichen Wohnplatze für die Bewohner Solothurns umgeschaffen.

— — —

Die Schildkröten.

Von

L. Rütimeyer.

Platychelys Oberndorferi A. Wagner.

A. Wagner. Abhandlungen der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften. VII. 1. 1853. Pag. 242, Tab. IV.
Ebendaselbst. IX. 1. 1861, Pag. 83, Tab. I.

H. v. Meyer. N. Jahrb. für Mineralogie 1854, Pag. 578.
Reptilien aus den lithographischen Schiefern des Jura. 1860. Pag. 121, Tab. XVIII. Fig. 4.

L. Rütimeyer. Helemys. Verhandlungen der schweiz. naturf. Gesellschaft. 1859. Pag. 57.
N. Jahrb. für Mineralogie, 1859, Pag. 366.

Wir beginnen die Beschreibung der Solothurnerschildkröten mit einer Form, welche schon mehrfach geschildert und abgebildet wurde. Da sie indess in Solothurn in zahlreichern und weit vollständigern Exemplaren aufgefunden worden ist, als anderswo, so glaube ich nicht nur mit den hier gebotenen neuen Abbildungen, sondern auch in der zoologischen Beurtheilung dieses Fossils die bisherige Kenntniss davon mehrfach vervollständigen zu können.

A. Wagner in seiner ersten Abhandlung 1853 und H. v. Meyer beschrieben zuerst ein mehrfach scheibenförmiges Rückenschild ohne Plastron, aus den lithographischen Schiefern von Kelheim. Da die Knochennäthe daran grösstentheils verwischt waren, so liess sich ihre specielle Untersuchung nicht ausreichend durchführen. Doch gelang dies, wie die Vergleichung der beidseitigen Abbildungen zeigt, H. v. Meyer ungleich besser als A. Wagner.

Beide bezeichnen als charakteristische Eigenthümlichkeit dieser Schildkröte die ungewöhnliche Breite der mittlern Reihe der Rückenfelder und die Erhebung aller Rücken-

felder in Buckel, wodurch sie sich gewissen lebenden Schildkröten, wie Chelys fimbriata, Chelydra serpentina, Emys Hamiltoni annähert, wie denn auch Beide die fossile Form unbedingt der Abtheilung der Süsswasserschildkröten einreihen.

Ueberdies weist schon A. Wagner auf den merkwürdigen Umstand hin, dass am Rückenschilde neben den normalen Hautfeldern noch überzählige zwischen Rand und Discus eingeschoben seien. Er fand indess nur ein Paar derselben, während H. v. Meyer an demselben Exemplar ganz richtig auf mindestens 3 Paare schloss.

In einer vorläufigen Mittheilung über die Schildkröten von Solothurn hatte ich meinerseits 1859 dieselbe Form, die Wagner aus Kelheim bekannt gemacht hatte, unter dem Namen Helemys aufgeführt ohne auf die Wagnersche Arbeit aufmerksam geworden zu sein. Ich glaubte, 2 Arten davon erkennen zu können, und gab folgende Diagnose des vermutheten neuen Genus: Rückenschild mit geringer Zahl von Vertebralplatten, mit starken Buckeln und Zacken des Knochenschildes (daher der Name Helemys), mit einer Reihe von bisher weder in der Gegenwart noch in der Vorwelt bekannten Supramarginalscuta zwischen Costalia und Marginalia, und mit vertikalen, sehr starken Sternalflügeln. Bauchschild kreuzförmig, mit Fontanellen, die von freien Knochenzacken begrenzt sind (wie bei Emysaura), und mit Ausbildung eines Mesosternums, ähnlich wie bei Platemys Bowerbankii Owen und Emys laevis Bell son Sheppey.

Als wichtigstes Merkmal der neuen Form bezeichnete ich indess die starke Ausbildung von Knochenhöckern des Exoskeletes, welche vollständig den Dermalscuta entsprechen und in evidentester Weise die Unabhängigkeit der Bildung des Exoskeletes von derjenigen des Endoskeletes nachweisen.

Ein zweites Exemplar, das A. Wagner sodann wieder durch Herrn Dr. Oberndorfer aus Kelheim zukam, war besser erhalten und theilweise vollständiger als das erste. Obschon die Verschiedenheit der allgemeinen Formen auf den ersten Blick eine neue Species konnte vermuthen lassen, erkannte Wagner doch, dass die Zusammensetzung des Rückenschildes dieselbe sei.

Ich werde im Folgenden die beiden Exemplare als Kelheim 1 und 2 unterscheiden. Auch an 2 fehlte das Plastron und die zwei hintern Supramarginalfelder, so dass Wagner auch hier nur Ein solches Schild zu den normalen Bestandtheilen der Rückenschale zählt. Er vermuthete auch mit vollkommenem Recht die Identität der Kelheimer Schildkröte mit der Helemys von Solothurn*).

*) Wagner übersah nur in der hierauf bezüglichen Note, Pag. 89 seiner Abhandlung von 1861, dass auch ich nur von Supramarginalscuta, nicht von Supramarginalplatten gesprochen hatte.

Das Material, das mir nunmehr von dieser interessanten Schildkrötenform vorliegt, ist weit reicher und vollständiger, als das von Wagner und H. v. Meyer bearbeitete. Es besteht in fünf nahezu unverletzten Schalen, welche sämmtlich aus Solothurn stammen. Drei davon sind im Besitz des dortigen Museums, eines, wenn auch nicht das lehrreichste, so doch das vollständigste, in demjenigen des Basler-Museums, ein höchst interessantes Bruchstück, das über die Verbindung von Rücken- und Bauchschild den genauesten Aufschluss gibt, in Privathänden. Bei den meisten Exemplaren ist nicht nur das Rückenschild mit allen seinen Platten fast vollständig und so erhalten, dass sich die Knochennäthe und die Grenzen der Hautschilder durchweg mit Sicherheit verfolgen lassen, sondern auch das Bauchschild ist an vier Exemplaren theils ganz, theils so ausreichend vorhanden, dass die Restituirung nicht schwer ist. Auch die Innenseite des Rückenschildes und des Bauchschildes konnte in mehreren Exemplaren offen gelegt werden und gestattete die Untersuchung des Beckens und selbst einiger Wirbel. Unsere Tafel III stellt ein Rückenschild aus Solothurn und die Bauchseite des Basler-Exemplars dar, Tafel IV die Innenfläche der Schale nach zwei sich gegenseitig ergänzenden Stücken von Solothurn. Alle Abbildungen sind in natürlicher Grösse durch die Lucae'sche Glastafel gezeichnet und somit direkter Messung fähig, so dass specielle Grössenangaben unnöthig wurden.

Dieser Reichthum an Material bietet den seltenen Vortheil, auch individuelle Variationen abzuschätzen. In der Grösse weichen zwar die mir vorliegenden Stücke unter sich nicht erheblich ab; das kleinste und ohne Zweifel auch das jüngste (Fig. 1. Tab. III) misst 190 Mm. in der Länge auf 165 Querdurchmesser, das grösste 205 auf 180; selbst das letztere bleibt somit hinter den zwei Exemplaren von Kelheim (circa 235 auf 210) um $^1/_8$ zurück. Auch die allgemeine Form wechselt nicht bedeutend; sie bildet in der Regel ein Oval, dessen Querdurchmesser sich zum Längsdurchmesser ungefähr wie 1 : 1,2—1,5 verhält. Der grösste Querdurchmesser fällt dabei durchweg vor die Mitte der Längsachse, so dass die Schale nach hinten etwas schmäler wird, während ihre vordere Hälfte fast regelmässig kreisförmig abgerundet ist. Wie in Kelheim das Exemplar 2, so fanden sich auch in Solothurn Schalen, die offenbar durch Druck von aussen missstaltet und seitlich zusammengedrückt waren. Die hier abgebildeten sind indess, wie man leicht sieht, unverletzt.

Allein es ist unverkennbar, dass neben diesen zufälligen Gestaltsveränderungen andere normal und vom natürlichen Wachsthum abzuleiten sind. So lassen sich vor allem jüngere Schalen von ältern nicht nur an der Stärke der Knochen, sondern auch am Umriss und am Relief unterscheiden. Die Knochenplatten sind bei jenen dünner (an den

schwächsten Stellen nicht über 1 Mm. dick), die Näthe deutlicher, die Oberfläche gewissermassen weicher und mit feinen Grübchen und einer zarten aderigen Zeichnung versehen, welche gegen die rohere Sculptur älterer Individuen sehr absticht. An lebenden Schildkröten von ähnlicher Physiognomie, wie vornehmlich an Chelydra serpentina, lässt sich dieselbe Beobachtung machen.

Immerhin scheinen Alters-Veränderungen bei der fossilen Art so langsam vor sich zu gehen, wie bei den lebenden Schildkröten*). Nichts destoweniger würde es von grossem Nachtheil sein, sie bei der Beurtheilung der Fossilien zu übersehen. Ich glaube daher eine kurze Schilderung derselben an dem mir reichlich vorliegenden Material (Emys picta, Cistudo guttata, Chelydra serpentina) der Beschreibung von Platychelys vorausschicken zu sollen.

Der erste Ueberblick über eine Altersreihe an Emyden (Chrysemys picta) zeigt, dass die jungen Thiere sich durch breitere rundlichere Schalen von ältern unterscheiden; auch sind ihre Schalen im ganzen flacher, allein hauptsächlich desshalb, weil der Schalenrand fast horizontal von dem jetzt schon ziemlich stark gewölbten Discus absteht. Erst später gleicht sich dies dann so aus, dass Rand und Discus mit gleichförmiger Wölbung ineinander übergehen. Der Rand ist also dann weit steiler, der Discus eher flacher, als in der Jugend. Gleichzeitig wird die Schale successiv länger und oval. Auch das Bauchschild wird mit dem Alter immer länger und schmäler, und vor allem verengen sich die Schalenöffnungen für die hintern Extremitäten. An jungen Thieren ist, wohl zu Gunsten der jetzt noch vorherrschend aquatilen Lebensweise, dieser Ausgang sehr weit, indem sich der Rand beiderseits über den Hinterbeinen ausbuchtet und fast in die Höhe stülpt, während später die hintere Schalenöffnung kaum weiter ist als die vordere.

Noch grösser sind die Veränderungen in der Form der Hautschilder. An jungen Thieren von Emys picta sind die Mittelschilder des Discus weit breiter als diejenigen

---

*) Agassiz hat dieselben (North American Testudinata. Contrib. to the Nat. Hist. of the U. S. I. 1857, pag. 290) vortrefflich beschrieben. Nach diesen Angaben kömmt z. B. Chrysemys picta nicht vor dem zehnten oder eilften Altersjahr zum Eierlegen und hat auch dann die erwachsene Form noch keineswegs erreicht. An einem Exemplar von Chelydra serpentina konnte sogar constatirt werden, dass es während 45 Jahren nur um einen Zoll zugenommen hatte (a. a. O. pag. 417). Am raschesten, meistens schon im ersten Jahr, erreichen die Meerschildkröten die definitive Gestalt, langsamer die Chelydroiden, welche in dem langen seitlich comprimirten Schwanz und in den aquatilen Sitten embryonale Züge Zeitlebens beibehalten. Auch die Trionychiden behalten Zeitlebens die flache Form junger Emyden, bei welchen die Schale sich vom vierten oder fünften Jahre an zu wölben anfängt. Am langsamsten erfolgen wahrscheinlich die Wachsthumsveränderungen bei Landschildkröten.

der zwei Seitenreihen und bilden stark in die Quere gezogene Sechsecke mit weit vorstehenden Seitenspitzen, so dass die drei Felderreihen des Discus in tiefen Zickzacks aneinander stossen. Allmälig aber nehmen die Costalschilder an Breite zu, während die Vertebralschilder sich gleich bleiben, und schliesslich sind daher die letztern wesentlich schmäler als jene und nur durch eine schwachwellige Linie von ihnen getrennt. Von den Randschildern sind diejenigen der Körpermitte bei der allgemeinen Verlängerung der Schale am meisten betheiligt und übertreffen dann diejenigen des vorderen und hinteren Schalenumfanges an Länge, während sie ihnen in der Jugend gleich waren. Ueberdies treten mit dem Alter Einschnitte beidseits des vordern unpaaren Randfeldes auf, die in der Jugend fehlen.

Noch lehrreicher für unsern Zweck sind die Altersveränderungen an Chelydra serpentina, da sie sich als einen der nächsten Verwandten der fossilen Art herausstellen wird. Es liegt mir von dieser Schildkröte eine Reihe von Schalen vor, von der Länge von 22 bis zu derjenigen von 300 Mm. Die jüngsten Schalen sind sehr flach und breiter als lang. In diesem Alter sind die Rippen noch vollständig frei, ohne sich zu berühren. Auch die Elemente des Bauchschildes sind vollständig getrennt, und die 2 mittlern paarigen Stücke beidseits in tiefe Zacken zerspalten, welche allerdings lebhaft an die Büschel freier Sternalrippen von Plesiosaurus erinnern, mit welchen Owen (Philos. Transact. 1849. I.) die Sternalzacken junger Meerschildkröten verglichen hat*). Der dermale Knochenaufguss, welcher später alle diese jetzt getrennten Elemente des Rücken- und Bauchschildes verbindet, fehlt noch vollständig. Von dem gesammten knöchernen Schalenrand ist lediglich die schon sehr grosse Nuchalplatte da. Sie verlängert sich an ihrem Vorderrand beidseits in 2 lange Hörner, welche später den 3 ersten Paaren der Randstücke als Unterlage und als Kern dienen und bis zu der Spitze der zweiten Rippe reichen, wie dies schon von Rathke (Entwicklung der Schildkröten 1848, pag. 106) an Trionyx beschrieben ist. Chelydra befindet sich somit in diesem Stadium

*) An Emys picta, Cistudo guttata etc. ist bei einer Schalenlänge von 30—40 Mm. ebenfalls das Endoskelet fast noch allein vorhanden, und sind die Elemente des Rücken- und Bauchschildes noch grösstentheils frei, wie bei jüngeren Meerschildkröten. Die paarigen Elemente des Plastron treten nur mit den Spitzen ihrer Zacken zusammen; in der Mittellinie bleiben daher drei grosse Fontanellen, die grösste in der Mitte zwischen Hyosternum und Hyposternum, zwei kleinere jenseits der genannten Knochenbrücken. Zwei fernere Fontanellen liegen auf beiden Seiten in den Sternalflügeln zwischen Hyosternum und Hyposternum. Selbst bei 50—60 Mm. Schalenlänge sind alle diese Fontanellen noch nicht ganz geschlossen.

noch auf der Stufe von Gymnopus, wo Zeitlebens die Nuchalplatte das einzige knöcherne Element des Schalenrandes bildet*).

Die Epidermis von Chelydra ist in diesem Alter noch nicht in Schilder abgetheilt, sondern scheint continuirlich die Schale zu überziehen. Nur Hautfalten deuten die spätern Grenzen der Schilder an.

Auch bei Chelydra dehnt sich dann bei weiterem Wachsthum die Schale in die Länge und beginnt sich zu wölben. Wie bei Emys picta sind jetzt die Vertebralscuta ausgesprochen sechseckig, allein im Verhältniss zu den Costalscuta nicht breiter als im erwachsenen Zustande. Alle Schilder, oder vielmehr die ihnen unterliegenden Platten des Exoskeletes erheben sich jetzt an ihrem hintern Rande in starke nach hinten ausragende Gipfel, von welchen derbe Rippen mit zwischenliegenden Furchen nach allen Seiten ausstrahlen. So nicht nur auf dem Discus, sondern selbst am Rande, besonders in der hintern Hälfte der Schale.

Im erwachsenen Alter endlich wird die Schale wieder flacher und fast glatt, da Relief und Sculptur des Hautskeletes und der Epidermis grösstentheils auslöschen; so wenigstens in den Randtheilen und in der vordern Schalenhälfte. Nur der hintere Theil der Schale behält das Gepräge jungerer Thiere bei, wie denn auch der Schwanz sogar bleibend auf embryonaler Stufe zurückbleibt; seine Vertebralscuta sitzen als massive Knochenzipfel, die Spitzen nach hinten gerichtet, auf den hintern Gelenkfortsätzen der Wirbel auf, an diesen durch nicht verknöchernde Fasermassen ähnlich befestigt, wie in der Jugend die Nackenplatte auf den letzten Halswirbeln aufsitzt, und ohne unter sich zusammen zu stossen.

Das Bauchschild bleibt bei Chelydra Zeitlebens in seiner Ossification hinter dem Rückenschild zurück. Die Zacken seiner endoskeletalen Elemente schliessen sich vielleicht niemals ganz; wenigstens ist selbst an den ältesten Exemplaren, die ich vor mir habe

*) Es wirft dies gleichzeitig Licht auf einen bekannten Streit. Obschon die Nuchalplatte nach allgemeiner Annahme (Rathke, Owen etc.) in anatomischer Beziehung zu den Randstücken zu zählen ist, da sie keinem endoskeletalen Theil entspricht, so entsteht sie also doch in der Weise von endoskeletalen Knochen; erst später legen sich dann die secundären Marginalia an sie an, fast wie die Elemente des Unterkiefers an den Mekel'schen Knorpel. Histologisch gehört also die Nackenplatte zum Endoskelet, wenn auch ihr nächstes anatomisches Gegenstück wohl nur in den ausschliesslich dermalen und niemals mit dem Skelet verwachsenden grossen Nackenplatten des Krokodiles zu finden ist. Auch hierin liegt eine Lehre, dass die Bildungsweise der Knochen keineswegs einen sichern Anhaltspunkt gibt zur Beurtheilung anatomischer Analogien. Uebrigens zeigten schon die Beobachtungen von Rathke selbst (Entwicklung der Schildkröten, pag. 108), dass die Nackenplatte der Schildkröten knorplig vorgebildet wird. Noch bestimmter wird dies in neuerer Zeit von Agassiz nachgewiesen (Embryology of the Turtle. a. a. O. pag. 265).

(mit einem Rückenschild von 300 Mm. Länge), der dermale Knochenaufguss am Plastron sehr dünn, und die ganze Mittellinie des Bauchschildes von einer zackigen Fontanelle eingenommen, welche zwischen den vordern Enden der Hyosternalia sich zu einer grössern Oeffnung erweitert.

Das Rückenschild ist in diesem Alter durchweg knöchern, ohne Fontanellen zwischen Rand- und Rippenplatten. Allein auf der Innenfläche sieht man die Rippenenden noch jetzt deutlich eingesteckt in Höhlungen der Randplatten.

Wenn man, wozu ich mich durchaus berechtigt glaube, von diesen Metamorphosen von Chelydra auf Platychelys zurückschliesst, so ist das von mir in Fig. 1. Tab. III abgebildete Exemplar unter allen bis jetzt bekannt gewordenen das jüngste, und das erste Kelheimer das älteste. Ebenso ist offenbar das auf Taf. III dargestellte Plastron älter als das von Taf. IV *).

So viel wir bis jetzt urtheilen können, geht Platychelys in der Verknöcherung des Schildes nicht über das Maass von Chelydra hinaus; auch bei ihr finde ich an allen Exemplaren das Bauchschild durch eine zackige Fontanelle auf seiner ganzen Länge getrennt, und an dem relativ schon alten Exemplar Kelheim 2 sieht man die Rippenenden noch immer als freie Knochenzapfen sich in die Randplatten einstecken. Nur treffen sie dabei, wie unsere Tafel IV zeigt, nicht wie bei Chelydra in die Mitte der Randstücke, sondern auf ihre Zwischennäthe, wie etwa in dem hintern Schalentheil von Emys picta. An jüngeren Thieren bleiben dagegen zwischen Rand und Discus jeweilen Knochenlücken, die dann auch die schwachen Stellen an den Versteinerungen bilden; um so unerwarteter ist die vortreffliche Erhaltung selbst des Randes an den meisten Solothurner-Exemplaren.

Gehen wir nunmehr zu der speciellen Beschreibung der Schale über, so besteht das **Rückenschild** aus folgenden Theilen:

Es sind 9 Wirbelplatten da, wovon indess die letzte *s. 9* mit keinem Wirbel in knöcherner Verbindung steht (siehe Taf. IV). Auch die achte ist schon unregelmässig, indem sie manchmal durch eine quere Nath in zwei Stücke zerfällt (Fig. 1. Tab. III), was ihren dermalen Ursprung beurkundet. Die Zahl der Wirbelplatten ist somit dieselbe wie

---

*) Ob auch Geschlechtsunterschiede auf die Form einwirken, vermag ich nicht zu beurtheilen; Duméril und Bibron (Erpétologie générale), Agassiz (a. a. O.), Gray (Catalogue of Shield Reptiles 1855) geben darüber nichts sicheres, höchstens soll bei Männchen das Plastron concaver und der Schwanz, wie überhaupt die Wirbel, länger sein als beim Weibchen; nach Harlan wäre auch die Schale der Weibchen [illegible] was Gray wohl mit Recht bezweifelt.

bei Chelydra, wo indess nicht nur die achte (wie in einer grossen Anzahl lebender Schildkröten), sondern auch die sechste Platte in zwei Stücke zerfällt, so dass man manchmal 11 Wirbelplatten zählen könnte, wenn man solche Unterabtheilungen den regelmässigen Knochennäthen gleichstellen wollte*).

Im Uebrigen zeigen die Wirbelplatten von Platychelys eine regelmässige Abwechslung der Form in folgender Art: die ungeradzahligen Stücke *1, 3, 5* etc. nehmen von vorn nach hinten an Länge allmählig ab, so dass *s. 5* die kürzeste aller Wirbelplatten ist. Schon *s. 7* ist manchmal wieder länger, noch mehr die mit Wirbeln nicht verbundene Platte *s. 9.* Es kann daher nicht überraschen, auch *s. 1* bei Pleurosternon oft in zwei Stücke zerfallen zu sehen.

Die geradzahligen Platten *s. 2, 4* etc. nehmen nach hinten an Länge zu, so dass sie (*s. 8*) sogar zum Zerfallen geneigt sind.

Die ungeraden Platten fallen auf die Gipfel der Hautschilder, die geraden auf ihre Fläche; allein da die Schilder nach hinten nicht in gleichem Maasse länger werden, so ergibt sich für jedes Schild eine etwas andere Vertheilung der Knochenplatten. Auch fallen hier und da, wie an Kelheim 2, die ungeraden oder die Gipfelplatten etwas vor den Culminationspunkt ihres Schildes.

Alle ungeraden Wirbelplatten sind vorn etwas breiter als hinten, so dass sie vorn beidseits über die ihnen vorliegende Platte hinausragen. Auch sind sie durchweg etwas mehr in die Quere gezogen als die geraden Platten, in welchen die Längsausdehnung vorwiegt.

Von Costalplatten sind jederseits acht vorhanden, wie bei Chelydra. Da sie im Allgemeinen den Wirbelplatten entsprechen, so wechseln sie auch an Breite**): die ungeraden

---

*) Beispiele von solchen Theilungen von Vertebralplatten, und zwar nicht nur im hintern Theil der Schale, wo sie von vornherein erwartet werden dürfen, sind an fossilen Schildkröten nicht selten. So besonders in dem Genus Pleurosternon aus dem Purbeckkalk (S. Palaeontograph. Soc. 1853, Tab. II. V.) Das gleiche Genus zeigt dann auch (ebendaselbst Taf. VII) Beispiele des entgegengesetzten Verhaltens, Unterdrückung von Vertebralplatten durch Zusammenstossen der Costalplatten, ein Umstand, der eben so kräftig wie der vorige warnt, den Abtheilungen des dermalen Knochenpanzers zu viel Gewicht beizulegen. Den höchsten Grad dieser bei Trionychiden im hintern Schalentheil fast normalen Abnormität erreicht wohl das aus Kelheim stammende Genus Idiochelys H. v. M., wo die Wirbelplatten sogar bis auf ganz geringe Reste verschwinden oder vielmehr gar nicht zur Ausbildung kommen können (H. v. Meyer in Münsters Beiträgen zur Petrefactenkunde I. Taf. VII und III. Taf. VIII; Reptilien aus dem lithogr. Schiefer, Taf. XVI. Fig. 10, XVII. Fig. 2, XVIII. Fig. 1, XIX. Fig. 1).

**) Es ist wohl gestattet, an den Rippenplatten die populäre Auffassung breit und schmal auf die Ausdehnung von vorn nach hinten anzuwenden.

pl 1, 3, 5, 7 sind in der Regel — und nach hinten bis auf 5 in zunehmendem Maasse — schmäler als die geraden, welche nach hinten immer breiter werden. Nach innen stossen sie auf den Seitenrand der zugehörigen, allein gleichzeitig auf die vorspringenden Ecken der nachfolgenden Wirbelplatten. Nach aussen werden sie, wie dies der rundliche Umriss der Schale erfordert, breiter und sind dort dem Schalenrand ungefähr parallel schief abgeschnitten.

An alten Individuen (Kelheim 2) wird die Form etwas unregelmässiger, und zwar so, dass die geraden Platten *pl 2, 4* etc. nach innen schmäler, die ungeraden breiter werden. Auf den geraden Platten verlaufen jeweilen die stärksten der von den Gipfeln der Schilder ausgehenden Rippen, und hier zeigt sich auch schon von früh an die sonderbare Tendenz, an ihrem innern Ende sich über die Schalenoberfläche durch eine Art Luxation zu erheben. In der Abbildung von H. v. Meyer (Kelheim 2) geht dies sogar bis zum wirklichen Aufstossen von kleinen Köpfen oder Knoten, als ob die Rippenplatten durch Druck von der Umgebung aus ihrer Verbindung mit den Wirbelplatten weichen müssten. An unserer Fig. 1. Tab. III ist davon noch nichts sichtbar; allein schon an einzelnen Individuen in Solothurn erheben sich die Platten *2* und *4*, weniger *6*, etwas aus ihrer Nathverbindung mit *s 2*, *s 4*. Chelydra lässt von diesem sonderbaren Verhalten nichts bemerken *).

Der Schalenrand besteht aus zwei unpaaren Stücken, der Nacken- und der Pygalplatte, *ch* und *py*, und aus 11 paarigen Marginalia *m 1—11*. Die Nackenplatte ist wie bei allen Schildkröten sehr breit und innig mit dem Rückenschild verbunden. Man darf daher nicht zweifeln, dass sie auch bei diesem fossilen Thier aus ächter Knochensubstanz besteht. Die bei Chelydra beschriebenen seitlichen Verlängerungen der Nackenplatte scheinen bei Platychelys zu fehlen; es müsste denn sein, dass sie von den Marginalia schliesslich ganz umhüllt würden. Wie bei Emys scheinen Nuchal- und Pygalplatte mit dem Alter immer tiefere Randeinschnitte zu erhalten.

Die paarigen Randplatten, obschon in der Jugend weit von den Costalplatten abgetrennt, und nur mit den freien Rippenenden in Verbindung, vereinigen sich später mit den Rippenplatten so reichlich, dass sie bis auf die Gipfel der Seitenschilder aufsteigen können. Nur im breitesten Theil der Schale bleiben sie vom Gipfel des zweiten Seiten-

*) Doch scheinen derartige Alters-Luxationen, welche auf eine fortwährende Bewegung in dem Knochenpanzer deuten, bei lebenden Schildkröten gelegentlich vorzukommen. Manouria fusca aus Indien (S. Gray, Catalogue of Shield Reptiles in the Br.-Mus. Tab. III) scheint mir ein Beispiel dafür zu bieten.

schildes weit abgetrennt. Alle paarigen Randstücke sind in der Mitte tief eingeschnitten, so dass der Schalenrand starke Zacken bildet, wie im hintern Schalentheil von Chelydra.

Wie bei Chelydra sind von den 11 paarigen Marginalia nur 8 mit Rippen in Verbindung, und *m. 1, 2* und *11* sind somit gewissermassen überzählig. Doch sind die Beziehungen zwischen Rippen- und Randplatten etwas anders als bei Chelydra, wie dies übrigens bei genetisch so verschiedenen Schalentheilen nicht gerade auffallen kann. Es wurde schon bemerkt, dass die Spitzen der Rippen sich eher in die Zwischenräume der Randstücke einschieben, als in deren Mitte wie bei Chelydra; der ganze Rand scheint somit bei Platychelys in der vordern Schalenhälfte um ein halbes Randstuck weiter nach vorn, in der hintern Schalenhälfte um eben so viel weiter nach hinten verschoben zu sein, als bei Chelydra, als ob die Veränderung des Schalenumrisses eine Verschiebung dieser Theile nach sich ziehen könnte. Allerdings muss ich glauben, dass eine derartige Verschiebung wirklich eintrete, da die Beziehungen zwischen Randstücken und Rippenplatten bei Platychelys Schwankungen unterworfen sind: so stösst an dem jungen Exemplare Fig. 1. Tab. III *pl. 5* direct und vollständig an *m. 8*. An dem ältern Exemplar Kelheim 2, wo der grösste Breitendurchmesser weiter nach hinten fällt, stösst *pl. 5* an *m. 8* und *7* und so fort. Da die Verbindung des Randes mit dem Discus nur vorn und hinten früh eine relativ feste, durch Näthe bewerkstelligte ist, auf dem übrigen Schalenumfang aber lange Zeit eine sehr lose bleibt, und überdies das Wachsthum der Schale ein ungleiches ist, weil es in ihrem hintern Theil länger andauert, als im vordern, so scheinen mir Verschiebungen von früher sich entsprechenden Punkten der Schale und des Randes nicht unwahrscheinlich. Die oben erwähnte normale Luxation gewisser Rippenplatten im Alter gibt ja dazu sogar ein Beispiel in dem durchweg durch Näthe vereinigten Discustheil der Schale*).

Da die Rippenplatten von den erst später auftretenden Verdickungen ihrer dermalen Knochenauflagerungen unabhängig sind, und da auch die Randplatten erst später zu dem

*) Analogien hiefür finden sich ja auch an der in Bezug auf Wachsthumsbedingungen dem Schildkrötenschild sehr ähnlich gestellten, ebenfalls aus einer Mosaik von peripherisch sich ausdehnenden Knochenplatten gebildeten Schädelkapsel des Säugethieres und des Menschen. Das Verhalten der Ala major in der Schläfe zu dem Stirn- und Scheitelbein zeigt in verschiedenen Menschenracen und in verschiedenen Altersstufen, z. B. des Rindschädels ähnliche Verschiebungen. Bei aufmerksamer Untersuchung möchten sich solche Bewegungen vielleicht reichlich finden lassen. Nicht nur die Art der Verbindung, sondern selbst die Zahl der Randplatten möchte daher auch bei Fossilien, bei Missachtung der Altersveränderung, ein verdächtiges diagnostisches Hülfsmittel sein, um so mehr, da wir sogar die von der Umgebung weit mehr gehemmten Wirbelplatten an Zahl wechseln sehen.

kräftigen Relief des erwachsenen Alters gelangen, so sind beide an verschiedenen Stellen der Schale ausserordentlichen Schwankungen ihrer Dicke unterworfen. Alle die Buckel, von denen der Discus und fast noch mehr der Rand von Platychelys gleichsam starrt, sind offenbar von oben herab, von dem Corium aus auf die Schale abgelagert. Doch verspare ich die Beschreibung dieser sogenannten Scuta, d. h. des peripherischen Theiles des Skeletes auf später. Ein Bild dieses Verhaltens gibt indess die in Fig. 2, Taf. IV beigefügte Skizze eines Schalendurchschnitts in der Beckengegend. Die (im Beckentheil) vielleicht in ihrer Totalität dermalen Wirbel- und die Randplatten sind schraffirt, allein es ist klar, dass auch der grösste Theil der Rippenplatte schraffirt sein sollte, wenn man ihren exoskeletalen von dem endoskeletalen Theil unterscheiden wollte*).

Das **Bauchschild** von Platychelys ist in den meisten Solothurner Exemplaren gut erhalten. Auch dieser Theil der Schale erinnert durch seine Kreuzform lebhaft an das Brustschild von Chelydra. Doch ist es ausgedehnter verknöchert, massiver und namentlich weit ergiebiger mit dem Rückenschild verbunden. Ich habe schon früher bemerkt, dass es so gut wie das Rückenschild Formveränderungen, die vom Alter und vielleicht vom Geschlecht abhängen, unterworfen ist. Die erstern liegen in der verschiedenen Ausdehnung der Fontanellen offen am Tag.

Das wichtigste Merkmal dieses Bauchschildes liegt in der Einschiebung eines besondern Knochenstückes, des Mesosternum *ms*, zwischen Hyo- und Hyposternum, eine Vermehrung der Elemente, welche schon Owen an dem in den Purbeckschichten erhaltenen Genus Pleurosternon**) und an zwei tertiären Arten von Platemys (Bul-

---

*) Ich glaube, hier nicht mehr auf den von Rathke (über die Entwicklung der Schildkröten) veranlassten Streit über die Natur der Rippenplatten der Schildkröten eingehen zu müssen. Es zweifelt wohl Niemand mehr, dass sie aus zwei verschiedenen Elementen bestehen, einem endoskeletalen und einem dermalen, welche anfänglich wohl immer, wenn auch nur auf sehr kurze Zeit, voneinander getrennt sind und dann von beiden Seiten sich entgegenwachsen. Führt uns doch Sphargis sogar ein Beispiel vor, wo beide zeitlebens durch einen Filz von nie ossificirendem Corium getrennt bleiben. Schon die Rathke'sche Abhandlung liess übrigens in Fig. 20, 21, Tab. VI und in 17, Tab. IX kaum an einer solchen doppelten Entstehung zweifeln. Weit überzeugender sind freilich die neuern Untersuchungen und Abbildungen von Agassiz, Embryology of the Turtle, pag. 256, 263, 322, Tab. XXII. Fig. 1, 2.

Dabei ist durchaus nicht gesagt, dass alle sogenannten Marginalia dem Dermalskelet beizuzählen seien, indem wenigstens die Nackenplatte, wie schon oben bemerkt wurde, nach Rathke's richtiger Beobachtung auch einen aus Knorpel entstandenen Antheil hat, während umgekehrt vielleicht manche Wirbelplatte gelegentlich nur aus secundären Knochen bestehen mag.

**) Palaeontograph. Soc. 1853, Tab. 3, 6.

lockii und Bowerbankii)*), so wie Bell an der tertiären Emys laevis**) beobachtet haben. Owen sah darin, und vielleicht mit Recht, eine Auflösung des Plastrons in die embryonalen Baustücke, die durch die Brustbeinzacken von Chelone und Chelydra angedeutet sind; allein da das Mesosternum gerade auf die bei den eben genannten Genera normalen Seitenfontanellen des Brustbeins fällt, so wäre es auch möglich, dass es nur dermaler Natur wäre und somit in die Rubrik der Randplatten fiele. Nach dieser Ansicht müsste dann freilich das die Mittellinie erreichende Mesosternum von Pleurosternon und von Platemys Bullockii eine quer über das ganze Sternum gehende Fontanelle voraussetzen.

Auch im übrigen weicht das Bauchschild von Platychelys von heutigen Süsswasserschildkröten und vor allem von Chelydra ab. Hyosternum und Hyposternum biegen sich mit ihren Seitenzacken nach dem Rückenschild hinauf und legen sich an die Innenflächen der Randstücke, ja sie erreichen selbst, über diese weggehend, die Rippenplatten. Die Verbindung der beiden Schalenhälften geht somit sogar über das Maass heutiger Emyden hinaus bis zu demjenigen der Landschildkröten. Wie ich an einer in sehr günstiger Weise abgelösten und unverletzten Brustbeinhälfte beobachten konnte, geht der Fortsatz des Hyosternum quer über *m. 3* und *4* bis an *pl. 1*; der auch bei heutigen Schildkröten stets schwächere Fortsatz des Hyposternum verbindet sich, quer über *m. 7* und *m. 8* hinlaufend, mit *pl. 5*. Allein die Verbindung mit den Rippen fand offenbar nur durch Bandmasse, nicht durch Nath statt, wie bei Landschildkröten. Nur mit den Marginalia verbinden sich alle drei Mittelstücke des Brustschildes, *hs*, *ms* und *ps*, durch Nath, wie Fig. 2. Tab. III und Fig. 1. Tab. IV zeigen. Bei Testudo graeca verbindet sich *hs* ebenfalls mit *pl. 1*, *ps* in der Jugend auch mit *pl. 5*, wie bei Platychelys; allein an ältern Exemplaren greift die Verbindung selbst bis auf *pl. 6* über (ein ferneres Beispiel zu den oben angedeuteten Wachsthumsbewegungen der Schildkrötenschale). Bei Chelydra verbindet sich das Brustschild auch an den ältesten Exemplaren, die ich untersuchen konnte, nur mit seinen Rändern und nur durch Bandmasse mit den Randstücken 5, 6, 7, gerade in dem von den Spitzen von *pl. 3, 4, 5* begrenzten Raum.

Das Episternum kann nicht gross gewesen sein und stand mit *hs* nur in loser Verbindung; denn es fehlt an beiden unten abgebildeten Bauchschildern. Doch ist an dem Exemplar Tab. IV sein Eindruck an der Innenfläche des Seitenrandes von *hs* sichtbar.

---

*) Palaeontograph. Soc. 1849, Tab. 21, 23.

**) Ebendaselbst, Tab. 22.

Auch das Entosternum muss sehr klein gewesen sein. Das Xiphisternum ist grösser, als das Episternum sein konnte und merklich breiter als bei Chelydra.

Die gesammte Schale von Platychelys zeigt uns also nichts Wesentliches, wodurch sie von der Zusammensetzung heutiger Süsswasserschildkröten abwiche, als die Einschiebung eines besondern Mesosternums in das Bauchschild, an der Stelle, wo bei heutigen Süsswasserschildkröten lange Zeit eine offene Fontanelle bleibt. Allein auch diese Vermehrung der Sternalstücke ist an sich nichts Ausserordentliches und könnte vielleicht noch bei heutigen Schildkröten angetroffen werden, wenn auch bei solchen die Fontanelle der Sternalflügel sich meines Wissens durch Entgegenwachsen von Hyo- und Hyposternum und nicht von einem besondern Knochenkern aus füllt. Es ist dies nur ein Schritt hinaus über die heutzutage verwirklichten Ossificationsstufen des Bauchschildes, von welchen uns Chelone den geringsten, Gymnopus mit verwachsenem Hyo- und Hyposternum den höchsten Grad vorführt. Und er verliert selbst an Gewicht, wenn wir ihn auch an fossilen Schildkröten selbst innerhalb eines und desselben Genus in sehr verschiedenem Grade ausgeführt sehen. Die beiden tertiären Arten von Platemys, Bowerbankii und Bullockii, stehen in dieser Beziehung weit auseinander; unsere Platychelys hält zwischen beiden die Mitte. Und so gut wie die lebenden Arten von Platemys, entbehren auch die in der Purbeckformation aufgefundenen Pl. Mantelli und Dixoni. Palaeontogr. Soc. 1853. Tab. IX. eines Mesosternum gänzlich ähnlich den lebenden und der grossen Mehrzahl der fossilen Arten von Emys.

Wenden wir uns zu der Beschreibung der Abdrücke, welche die Epidermis auf den von der Haut ausgehenden Knochenauflagerungen zurückgelassen hat, so stossen wir auf auffälligere, aber analoge Verhältnisse wie in der Zusammensetzung des endoskeletalen Knochengerüstes. Ein Blick auf Fig. 1. Tab. III zeigt sogleich, dass das Rückenschild nicht nur die 5 Reihen von Hautfeldern trägt, welche allen Schildkröten ausser Trionychiden und Sphargis zukommen, sondern dass noch zwei fernere Reihen zwischen Discus und Rand eingeschoben sind, die wir sonst bei Schildkröten nicht anzutreffen gewohnt sind.

Die unpaare Reihe der Vertebralscuta bildet die breiteste und ausgedehnteste Zone der Felder des Rückenschildes. Es sind ihrer fünf, von welchen die mittlern fast geradlinige und rechtwinklige Vierecke bilden, während das vorderste und hinterste dem Schalenrand entsprechend zugerundet sind. Die drei mittlern Felder sind fast doppelt so breit als lang; alle erheben sich gegen die Mitte ihres Hinterrandes in den früher beschriebenen hohen Gipfel, von welchem die starken Kanten und Furchen ausgehen, welche dieser fossilen Schildkröte eine so markirte Zeichnung geben. Ihre Wölbung und Sculptur ist

offenbar Alters-, wahrscheinlich auch Geschlechtsverschiedenheiten unterworfen, indem sie in den einen (Fig. 1. Tab. III und Kelheim 1) fast ganz flach liegen, während sie bei andern (einige Solothurner und Kelheim 2) dachförmig gewölbt sind. An diesen letztern sind überdies die Gipfel der Scuta höher und mehr nach hinten gerichtet, so dass sie selbst nach hinten überhängen und sich wie bei den Meerschildkröten ziegeldachlich überdecken. An den flachschaligen Individuen bilden sie mehr vertikale Kegel, wenn auch der hintere Abfall stets weit steiler und kürzer ist als der vordere. Der Gipfel des dritten Feldes ist stets der höchste; nach vorn und hinten von diesem nehmen sie an Höhe ab, und das hinterste ist stumpfer als alle übrigen, so dass man ihn seiner Form nach eher in die Rubrik der Seitenfelder bringen möchte. Da die Ausdehnung dieser Felder unabhängig ist von der Ausdehnung der endoskeletalen Knochen, welchen sie aufliegen, so enthalten die verschiedenen Felder ungleiche Knochenelemente. Auf *1* und 5 fällt ein Rippenpaar nebst Elementen des Randes, auf *2* und *4* fallen Theile von drei Rippenpaaren und drei Wirbelplatten, auf *3* Theile von vier paarigen und vier unpaaren Schildstücken. Den genauern Détail macht die Abbildung hinlänglich klar.

Die vier Paare von Seitenfeldern alterniren nicht so regelmässig mit den Vertebralscuta, wie dies bei heutigen Schildkröten zu geschehen pflegt. Sie stehen vielmehr, da auch ihre Grösse von *1* bis *3* rasch zunimmt, eher in queren Bogenreihen mit den gleichzähligen Mittenschildern, besonders auf der ersten und vierten Linie. Erst im höhern Alter (Kelheim 2) wird die Alternirung regelmässiger. Wie wenig übrigens diese an manchen heutigen Schildkröten bei dem ersten Anblick fast mathematisch regelmässige Felderung auch bei diesen für jede Art constant ist, zeigt mir wiederum die Vergleichung von Chelydra. Bekanntlich ragt in der Regel bei heutigen Schildkröten Seitenfeld *1* nach hinten nicht über Mittelfeld *1* vor, wie dies in den übrigen queren Felderreihen des Discus sonst zutrifft. Allein ich habe Schalen von Chelydra vor mir, wo auch die Seitenfelder *4* sich symmetrisch zwischen Mittelfeld *4* und *5* einzuschieben suchen. Das letzte Mittelfeld erhält dadurch einspringende, statt wie sonst ausspringende Seitenwinkel, und das letzte Seitenfeld, statt von seinen Vorgängern in der Zuschneidung des Innenrandes abzuweichen, ist ihnen gleich gestaltet.

Die Seitenfelder von Platychelys dehnen sich stets über eine Anzahl Rippenplatten (zwei auf *1* und *4*, drei auf *2* und *3*) und dazu noch über einen guten Antheil der Randstücke aus. Ihre Gipfel sind stets stumpfer, umfangreicher und also gleichförmiger gewölbt und mehr in die Mitte der Felder gestellt als an den Vertebralscuta. Bei den Schalen mit niedrigen Vertebralgipfeln sind sie durchweg (und nicht nur im Verhältniss

zu diesen) höher als bei denjenigen mit nach hinten gerichteten hohen Mittelgipfeln. Es scheint daraus hervorzugehen, dass die Seitengipfel allgemein bei ältern Thieren zur Abflachung geneigt sind, während die Gipfel der Mittellinie bei gewissen Individuen mit dem Alter eher zunehmen, wenigstens sich nach hinten neigen und so eine immer stärkere Wölbung der Schale bedingen. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich vermuthe, dass unsere Fig. 1. Taf. I, sowie Kelheim 1, obschon entfernten Alterszuständen angehörig, weibliche Thiere darstellen, während ich in zwei Solothurner Exemplaren mit dachförmiger Schale und fast [illegible] nach hinten gerichteten Mittelgipfeln, sowie in Kelheim 2 männliche Thiere sehe.

Die radiären Rippen und Furchen der Seitenfelder sind stets viel stumpfer und seichter als auf den Mittelfeldern, und manchmal fast ganz verwischt. Dafür treten auf ihnen, wie auch auf dem ihnen ähnlichen Mittelfeld 5, concentrische Runzeln auf, welche an das Relief von Landschildkröten erinnern. Man kann daraus schliessen, dass die Vertebralscuta im allgemeinen wie bei Meerschildkröten hauptsächlich am hintern Rande, die Costalscuta dagegen wie bei Landschildkröten auf der ganzen Oberfläche wuchsen.

Die Marginalscuta alterniren ziemlich regelmässig mit den Randplatten; ausser einem quergestreckten mittlern Feld am Vorderrand finden sich ihrer 12 Paare, von welchen alle über der Nath der Randplatten liegen und also zwei benachbarte Hälften dieser letztern überdecken. Sie bilden unregelmässige dreieckige Buckel, welche als starke Sägezähne am Rand des Rückenschildes vorstehen. Im vordern Theil der Schale sind sie dabei wie aufwärts gestülpt und bilden so einen zierlichen Kranz von aufstehenden Zacken, weiter nach hinten werden sie horizontal und haben nun offenbar die Neigung, sich in Gipfel mit Radiarkanten zu erheben, wie die übrigen Felder. Da sie unter sich an Ausdehnung weniger verschieden sind als die Seitenfelder, so stehen sie mit diesen in keinem regelmässigen Lageverhältniss. Doch entsprechen im allgemeinen die zwei ersten Paare der Randfelder, nebst dem unpaaren medianen, im Ganzen also fünfe, dem ersten Mittelfeld, je zwei fernere jedem Seitenfelde, und das letzte Paar Randfelder dem hintersten Vertebralscutum. Allein die Randfelder *11* und *12* sind ausgedehnter als das ihnen anliegende Seitenfeld *4*, und ebenso ist das Randfeld *5*, das auf den grössten Breitendurchmesser der Schale fällt, gewissermassen als überzähliges Hülfsstück zu betrachten, indem es in die Lücke zwischen Seitenfeld *2* und *3* fällt.

Obschon auch bei den lebenden Schildkröten die Zahl der Randfelder in der Regel 12 Paare beträgt, so ist doch ihre Lage zu den grossen Feldern des Discus je nach der Ausdehnung der letztern sehr verschieden und kann mit dem Alter wechseln. Bei Chely-

dra steht in der Regel Mittelfeld *1* in Verbindung mit einem breiten unpaaren und beidseits je einem paarigen Randfelde: drei folgende Randfelder umsäumen das erste Seitenfeld, doch beidseits hinter seinen Grenzen zurückbleibend; drei fernere umgeben, beidseits vorragend, das zweite Seitenfeld; dann genügen zwei Randfelder, um Seitenfeld *3* zu umgrenzen, und die zwei letzten Randfelder stossen an Costalscutum *4* und Vertebralscutum *5*. An grossen Exemplaren schiebt sich dann manchmal zwischen die ursprünglichen Randscuta *10* und *11* (das vordere unpaare Scutum nicht mitgezählt) ein neues ein, und es liegt selbst ein Fall vor mir, wo überdies ein neues Paar beidseits der hintern Mittellinie auftritt. Während also Chelydra in der Jugend ein unpaares und 11 paarige Randschilder hat, kann die volle Zahl, statt auf 23, auf 25 und selbst auf 27 steigen. Ich will nicht unterlassen, beizufügen, dass zwei vor mir liegende Exemplare mit 27 Randschildern kleiner sind, als das grösste meiner Sammlung, das ihrer nur 25 hat. Die Zahl dieser Schilder nimmt also nicht etwa durchweg mit dem Alter zu, sondern sie kann nach Individuen wechseln. An Emys picta habe ich zwar nicht Wechsel der Zahl, allein ziemlich erhebliche Verschiebungen zwischen Rand- und Seitenschildern gesehen. Auch dieses Auftreten neuer Schilder am hintern Umfang der Schale zeugt offenbar von einer Tendenz, noch spät Veränderungen vorzunehmen, die man dann als Unregelmässigkeiten zu beurtheilen pflegt, während sie nur Folge der fortgesetzten Ausdehnung im hintern Theil der Schale sind, zu einer Zeit, da das Wachsthum im vordern Körpertheil abgeschlossen scheint.

Um so mehr kann es auffallen, bei der fossilen Platychelys endlich noch eine Doppelreihe von Schaltschildern gerade im vordern Theil der Schale eingeschoben zu sehen, während sie nach hinten fehlen. Es sind dies die schon von A. Wagner gesehenen, allein erst von H. v. Meyer richtig beurtheilten Zwischenstücke, welche zwischen Rand und Discus eine unterbrochene neue Reihe bilden, und die man am besten Supramarginalia nennt. Sie finden sich in den Zwischenräumen aussen zwischen den Seitenschildern, allein nur in der vordern Schalenhälfte, also nur in 3 statt in 5 Paaren, wie es denkbar wäre (*sm 1, 2, 3* in Taf. III und IV).

Man möchte aus ihrer Lage und Vertheilung schliessen, dass die vordere Schalenhälfte von Platychelys in Folge sehr raschen Fortschrittes zu ihrem definitiven breiten Umfang solcher Schaltstücke gewissermassen bedurfte, während die langsamer, aber andauernder sich verändernde hintere Hälfte dieser Hülfsmittel entbehren konnte. Allerdings muss man annehmen, dass es bei den drei Paaren Supramarginalia sein Bewenden

hat, da auch das älteste bekannte Individuum (Kelheim 1) mit voller Bestimmtheit keine Spur eines vierten Supramarginale zeigt.

Obschon Schaltstücke von vollkommen gleicher Bedeutung, nämlich Inframarginalia, zwischen den Randschildern und denjenigen des Plastron bei fossilen und lebenden Schildkröten häufig sind, so steht doch Platychelys mit ihren zwei Reihen von Supramarginalfeldern fast ohne Beispiel da, indem keine einzige fossile und eine einzige lebende Art, auf die ich unten zurückkommen werde, Chelydra (Gypochelys) Temminkii aus Nordamerika, diese Felder auch besitzt *).

Im übrigen folgen die Supramarginalscuta von Platychelys der Form aller andern Scuta; sie bilden hohe Gipfel, deren Spitzen sich oft, und sehr ungleichmässig stark nach hinten neigen (siehe das linkseitige und in durchaus ungestörter Lage befindliche *s m 3* in Fig. 1. Tab. III). Da sie gleichzeitig sich etwas nach aussen neigen, so werden sie selbst bei der Ansicht von unten theilweise sichtbar (Fig. 2. Tab. III und Tab. II). Alle liegen gerade auf der Stelle des Zusammentreffens von Rippenplatten mit zwei Randplatten, so dass auf ihrem Gipfel drei, manchmal sogar vier Näthe (an *s m 1* dextr. Fig. 1. Tab. I) zusammentreffen, ein merkwürdiger Beleg für die Unabhängigkeit der dermalen und centripetal fortschreitenden Knochenauflagerungen von dem Wachsthum der endoskeletalen Knochensubstanz.

Am Bauchschild verhalten sich die Scuta im Allgemeinen wie bei den heutigen Emyden. Sie bilden 6 Paare, von welchen das vorderste, die Gularfelder, an keinem meiner Exemplare sichtbar ist und sehr klein gewesen sein muss. Auch die Analfelder sind klein. Die drei mittlern Paare theilen sich ziemlich gleichmässig in das übrige Plastron, doch ist das mittelste derselben, das abdominale, etwas kürzer als das pectorale und femorale. Die breite Brücke zwischen Rücken- und Bauchschild wird also nur von den Pectoral- und Abdominalfeldern bedeckt, und Schaltstücke sind hier nicht vorhanden.

Dies ist um so merkwürdiger, als gerade Inframarginalia, wie oben bemerkt wurde, sonst weit häufiger vorkommen als Supramarginalia. So finden wir drei Inframarginalia bei Pleurosternum emarginatum und concinnum Owen aus dem Purbeckkalk und bei der noch lebenden Dermatemys Mawii aus Südamerika (Gray Catalogue of Shield Reptiles, Tab. XXI), eines bei Platemys Bullockii und Emys laevis Bell aus dem

---

*) Nach H. v. Meyer (Reptilien aus dem lithographischen Schiefer, pag. 123) soll Chelone Caouanna ein vorderstes kleines Supramarginale besitzen, das ich meinerseits indess nicht auffinden konnte; auch die vorzüglichen Abbildungen bei Agassiz (Embryology of the Turtle, Tab. VI) lassen nichts davon bemerken.

Londonthon, sowie bei dem lebenden Platysternon megacephalum aus China. Auch von der ihr sonst so ähnlichen Chelydra weicht Platychelys in dieser Beziehung sehr ab, indem bekanntlich bei Chelydra nicht nur drei Inframarginalia auftreten, sondern überdies das Abdominalfeld ganz aufgebraucht wird, um die allerdings hier noch breitere Brücke zwischen Plastron und Rückenschale zu bedecken. Das Abdominalfeld bleibt daher bei Chelydra weit von der Mittellinie des Plastron entfernt, und auf dieser eigentlichen Platte stossen die Pectoralfelder unmittelbar an die Femoralfelder. Dies ist offenbar nur eine Folge der Breitenausdehnung des Plastron; denn bei jungen Thieren sind die Inframarginalia viel breiter und die Abdominalia nähern sich der Mitte des Plastron mehr als im erwachsenen Zustand. Doch habe ich auch bei den jüngsten Individuen, die ich untersuchen konnte, niemals etwa die Abdominalia wirklich die Mittellinie erreichen sehen. Siehe auch die vortreffliche Abbildung bei Agassiz, Embryology of the Turtle, Tab. IV. Fig. 15.

Schon aus diesem Grunde würde man wohl irren, wenn man auf die Anwesenheit oder Abwesenheit solcher Inframarginalfelder viel Gewicht legen wollte. Allein noch deutlicher spricht in diesem Sinn die so sehr ungleiche Ausbildung der doch auch in die Rubrik der Inframarginalia gehörenden Inguinal- und Axillarschilder und vor allem das Verhalten bei Chelonen, wo vor den drei grossen Inframarginalia noch eine ganze Mosaik von unregelmässigen Scuta liegt. Auch der umgekehrte Fall, Reduction der gewöhnlichen Zahl der Plastronfelder, wird uns vorgeführt in der indischen Manouria fusca (Gray a. a. O. Tab. III), wo die Pectoralfelder sich ungefähr verhalten wie die Abdominalfelder von Chelydra.

Erst jetzt, nach vollendeter Beschreibung meiner Objecte kann ich daran gehen, die zoologische Stellung von Platychelys zu besprechen.

Die allgemeine Stellung dieses Fossils bedarf keiner Erörterung. Wie die fortwährende Confrontirung mit Chelydra hinlänglich andeutete, steht ihre nahe Beziehung zu den Süsswasserschildkröten, die schon von Wagner und H. v. Meyer anerkannt wurde, ausser Zweifel. Allein auch unter diesen scheint mir Platychelys allerdings von allen lebenden Formen den amerikanischen Chelydroiden unbedingt am meisten verwandt zu sein.

Trotzdem, dass gerade das allgemeine Relief und die Sculptur der fossilen Art am ehesten geeignet sind, auf eine solche Verwandtschaft hinzudeuten, so möchte ich doch hiedurch allein mich nicht leiten lassen; von diesem Gesichtspunkt haben schon

Wagner und H. v. Meyer auch andere Analogien betont, wie Chelys fimbriata, Emys Hamiltoni, und es wäre nicht schwer, noch fernere Beispiele solcher buckliger Schildkröten aufzuführen.

Allein wir dürfen nicht vergessen, dass ja gerade dieses dermale Relief grossen Altersveränderungen unterworfen ist und im Allgemeinen bei Süsswasserschildkröten — entgegen den Landschildkröten — mit dem Alter erlischt. Chelydra zumal, in der Jugend mit einem Platychelys sehr ähnlichen Relief, hat ja, wie oben beschrieben wurde, schliesslich ein fast ganz flaches Rückenschild mit nur noch schwachen Zähnen am Hinterrand. Ein weit grösseres und nicht genug werthzuschätzendes Material zur Beurtheilung solcher Veränderungen hat auch Agassiz in den prachtvollen Tafeln zu seiner Embryology of the Turtle geliefert. Gypochelys Temminkii, Ozotheca tristicha, Graptemys Lesueurii, Ptychemys rugosa bieten Beispiele sehr verschiedener Grade und Ausführung solcher Sculptur. Allein gleichzeitig führen uns die den Altersveränderungen der letztgenannten Species gewidmeten Tafeln XXVI und XXVII das schliessliche Erlöschen der jugendlichen Sculptur so eindringlich vor, dass sich sogar die Frage aufdrängen muss, ob nicht auch Platychelys überhaupt nur den Jugendzustand einer später vielleicht ganz flachen jurassischen oder postjurassischen Schildkrötenart vertrete. Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieser Frage, deren sorgfältige Prüfung an dem Vorrath der bisher aufgeführten fossilen Schildkröten, wie ich vermuthe, allerlei Veränderungen in dem Verzeichniss derselben nach sich ziehen möchte, gibt die Untersuchung der Verknöcherung des Panzers. Da wir aber diese bei mehreren Exemplaren von Platychelys wirklich zu einem bei dieser Organisation nicht zu überschreitenden Grade fortgeführt sehen, so sind wir wohl berechtigt, Platychelys als eine für die Ablagerungen in Kelheim und Solothurn bezeichnende und in so weit als eine relativ selbstständige Species zu betrachten.

Anhaltspunkte zur Beurtheilung der zoologischen Verwandtschaft, ich möchte sagen des Wappens der Familie, möchte ich indess trotzdem weniger in dem nach Alter und Individuum so veränderlichen Relief des Derma, als in der jungen Structur der Schale suchen, welcher durch die fortschreitende Ossification stärkere mechanische Schranken gesetzt wurden, als durch das zeitlebens sich rascher erneuernde Derma, wenn auch die beschriebenen normalen Altersluxationen mancher Rippenplatten von Platychelys zeigen, dass sogar solcher Widerstand zum Theil überwunden werden kann.

Nehmen wir also bei Aufsuchung der Verwandtschaften von Platychelys die gesammte Schalenstructur zum Maassstabe, so weicht namentlich das Brustschild der Matamata viel zu sehr von demjenigen von Platychelys ab, als dass wir an eine sehr nahe Beziehung

beider denken könnten. Allein überdies zeigen meine fossilen Exemplare, dass an Platychelys die Merkmale fehlen, welche überhaupt die Pleurođeren von Duméril und Bibron oder die Chelydidae von Gray charakterisiren (Catal. of Shield Reptiles 1855. I. pag. 50). Ich kann zwar nicht beurtheilen, ob Platychelys ein Intergularfeld, das den Chelydiden unterschiedlich von den Emyden zukommen soll, besass, und halte dies auch für ziemlich unerheblich; bei der geringen Grösse der Humeralfelder ist es aber unwahrscheinlich. Dagegen setzen mich meine Hülfsmittel in den Stand, ein anderes und weit wichtigeres Merkmal der Chelydidae, die Verbindung des Beckens mit dem Plastron, der fossilen Platychelys mit Bestimmtheit abzusprechen.

Wie Tab. IV zeigt, findet sich auf der Innenfläche des Rückenschildes hinten und nach innen von der Endausstrahlung der achten Rippe ein tiefer longitudinaler Eindruck, der offenbar von der Ansetzung des Os ilium herrührte; doch war das Becken, dessen eine Hälfte an einem der Solothurner-Exemplare wohl erhalten ist, und mit demjenigen von Emys am meisten übereinstimmt, wahrscheinlich so gut wie bei Chelydra nur durch Ligament mit dem Rückenschild in Verbindung, da es, ohne beschädigt zu sein, dislocirt ist und weder mit dem Rückenschild noch mit dem ebenfalls erhaltenen Plastron mehr in Berührung steht. Allein auf der Innenseite des Brustschildes ist gar nichts bemerkbar, sowohl was auf ein Aufliegen, geschweige denn auf eine Nathverbindung des Beckens schliessen lassen könnte; und überdies zeigt das auf Tab. IV ersichtliche Lageverhältniss beider Schalenhälften, dass das Plastron zu kurz und nach hinten zu schmal war, um eine andere als eine ligamentose Verbindung mit dem Becken an seinem Seitenrand zuzulassen, wie sie bei Emysaura statt hat. Es liegen also sowohl positive als negative Belege vor, dass das Becken von Platychelys sich nicht wie bei Pleurodeṙen sondern wie bei Cryptoderen verhält.

Unter dieser Gruppe ist aber eine Auswahl nicht mehr möglich. Die schlanke und kreuzförmige Gestalt des Bauchschildes von Platychelys wiederholt sich unter lebenden Cryptoderen nur bei S t a u r o t y p u s (mit A r o m o c h e l y s Gray Tab. XX. A) einerseits, bei C h e l y d r a (mit G y p o c h e l y s und P l a t y s t e r n o n) anderseits. Beide ersten Genera weichen aber durch die langgestreckte Form des Rückenschildes und der Vertebralscuta, Staurotypus (triporcatus Gray Tab. XX. B) überdies durch die sehr abnorme Art der Plastronfelder von Platychelys ab; immerhin hat schon letztere Species die drei Stücke des Rückenschildes, welche, in einzelne Buckel aufgelöst, Platychelys kennzeichnen. Weit näher steht unserm Fossil die Familie der Chelydroiden, unter welchen ich Chelydra serpentina als leicht zugängliches Vergleichungs-Object bisher immer in erster Linie mit

Platychelys confrontirte. Bei dem asiatischen Repräsentant der Familie, Platysternon megacephalum aus China (Duméril und Bibron, Erpétologie, Tab. 16. Fig. 2) ist indes das Bauchschild breiter und die Vertheilung seiner Hornfelder ganz anders als bei unserm Fossil, wenn auch die allgemeine Form der Schale und die radiäre Streifung der Dorsalscuta schon mancherlei unverkennbare Analogien verrathen. Weit näher steht schon in Form und Sculptur die nordamerikanische Chelydra serpentina, wie aus dem Verlauf dieser Arbeit genugsam hervorging. Sie unterscheidet sich von Platychelys nur noch dadurch, dass ihr Brustschild, welches wie bei allen lebenden Schildkröten eines besondern Mesosternums entbehrt, noch mehr der embryonalen Form der Meerschildkröten treu bleibt, und loser mit dem Rückenschild verbunden ist; auch sind Hülfsschilder bei ihr auf der Bauchseite der Schale eingefügt, als Inframarginalia, statt auf der Rückseite wie bei Platychelys.

Die zweite nordamerikanische Form der Chelydroiden Gypochelys lacertina Ag. (Chelydra lacertina Schweigg. Chelonura Temminkii Holbr. Emysaura Temminkii Duméril. Macroclemmys Temminkii Gray) theilt mit Chelydra serpentina die allgemeine Form und die Verbindungsart von Rücken- und Bauchschild. Auch die Sculptur des Rückenschildes folgt demselben Plan, allein die Kämme und Buckel sind stärker ausgesprochen als bei Chelydra und verschwinden selbst im Alter nicht. Schon hierin, sowie in der damit zusammenhängenden stärkern Bezahnung des Randes, kann eine grosse Annäherung an Platychelys nicht verkannt werden. Allein noch überraschender ist die Aehnlichkeit in der Vertheilung der Scuta. Am Bauchschild, das eines Mesosternalstückes zu entbehren scheint, wie Chelydra, findet sich zwar eine ähnliche Vermehrung der Hautfelder, ja es scheint sogar das bei Seite geschobene Abdominalscutum in zwei Stücke getheilt zu sein (Agassiz, Embryology of the Turtle. Tab. V. Fig. 25). Allein hier einzig unter allen lebenden Schildkröten stossen wir auf Supramarginalschilder, und zwar wie bei Platychelys in der Zahl von 3 Paaren, welche auf zwei besondern Reihen und genau an denselben Stellen des Rückenschildes eingefügt sind, wie bei dieser. Die sonst so vorzüglichen Abbildungen, welche Agassiz (a. a. O. Fig. 24. 26) von dem jungen Thiere gibt, lassen dieselben leider nicht deutlich erkennen, allein der Text (American Testudinata, Pag. 414) lässt darüber keinen Zweifel, so wenig als die anderweitigen Beschreibungen dieses bis jetzt sehr seltenen Thieres*).

*) Die einzige Abbildung des erwachsenen Thieres (Holbrook, N. American Herpetol I. Tab. 24) steht mir leider nicht zu Gebote. Auch Gray (Catalogue of Shield Reptiles in the Coll. of the Brit. Mus. I.

Trotzdem, dass mir weder Originalien noch Abbildungen erwachsener Exemplare von Gypochelys zur Verfügung stehen, glaube ich daher doch ausser Zweifel stellen zu können, dass bisher keine lebende Form bekannt geworden ist, welche nicht nur in der allgemeinen Structur der Schale, sondern selbst in den kleinen Détails der Hautdecken so viele Uebereinstimmung mit unserem jurassischen Fossil zeigt, wie die im Flussgebiet des Mississippi (Georgia, Florida, Alabama bis Texas) einheimische Alligatorschildkröte. Immerhin lässt sich aus der innigern und den eigentlichen Emyden ähnlichern Verbindung des Bauchschildes mit dem Rückenschild vermuthen, dass Platychelys nicht in so hohem Maasse aquatile Lebensweise führte wie Gypochelys. Auch sind die grössten bis jetzt aufgefundenen Exemplare der fossilen Art fast um ein Dritttheil kleiner als Gypochelys, welche bis 3 Fuss Schalenlänge und ein Gewicht von einem Centner erreicht. Ebenso zeigt das Fehlen eines vordern Ausschnittes des Rückenschildes, dass Platychelys nicht einen so unverhältnissmässig grossen Kopf hatte (bis 9 Zoll Durchmesser zwischen den Augen), wie Gypochelys*). Immerhin wird wohl auch Platychelys, so gut wie die schwächer bewaffnete Chelydra ein kräftiges Raubthier gewesen sein, wenn auch nicht in dem Grade wie die Alligatorschildkröte, von deren Sitten Agassiz a. a. O. pag. 415 ein höchst anziehendes Gemälde mittheilt.

Selbst die Anwesenheit eines Mesosternalknochens und das Fehlen von Inframarginalscuta würden mir daher kaum genügen können, der jurassischen Schildkröte den Namen Gypochelys oder doch Chelydra Oberndorferi zu versagen, wenn man sich einmal entschliessen könnte, bei der Nomenclatur fossiler Thiere auch die Beziehungen zu heutigen Verwandten zu berücksichtigen, um so mehr, da dem Namen Platychelys die irrige Vergleichung mit der pleuroderen Matamata zu Grunde liegt.

Angesichts dieser überraschenden Aehnlichkeit einer jurassischen Schildkröte mit einem Typus, der, wenn auch spärlich, noch heutzutage an beiden Ufern des grossen Oceans vertreten ist, und in so manchen Eigenthümlichkeiten zu verrathen scheint, dass er wirklich einst dem Amerika und Asien verbindenden Meere entstiegen, ist die Frage

---

1855, pag. 48, Tab. XXXVIII—XL) fügt zu den vorzüglichen Abbildungen des Schädels leider keine Darstellung der Schale, deren Supramarginalscuta er als Marginalia aufführt (Marginal plates 31, produced, subtubercular, those on the centre of each side in a double series). Auch A. Duméril (Archives du Musée d'Hist. nat. VI. 1852, p. 235) gibt zu seiner einlässlichen Beschreibung (Emysaura Temminkii) keine Abbildung. Agassiz scheint diese beiden Arbeiten über seine Gypochelys übersehen zu haben.

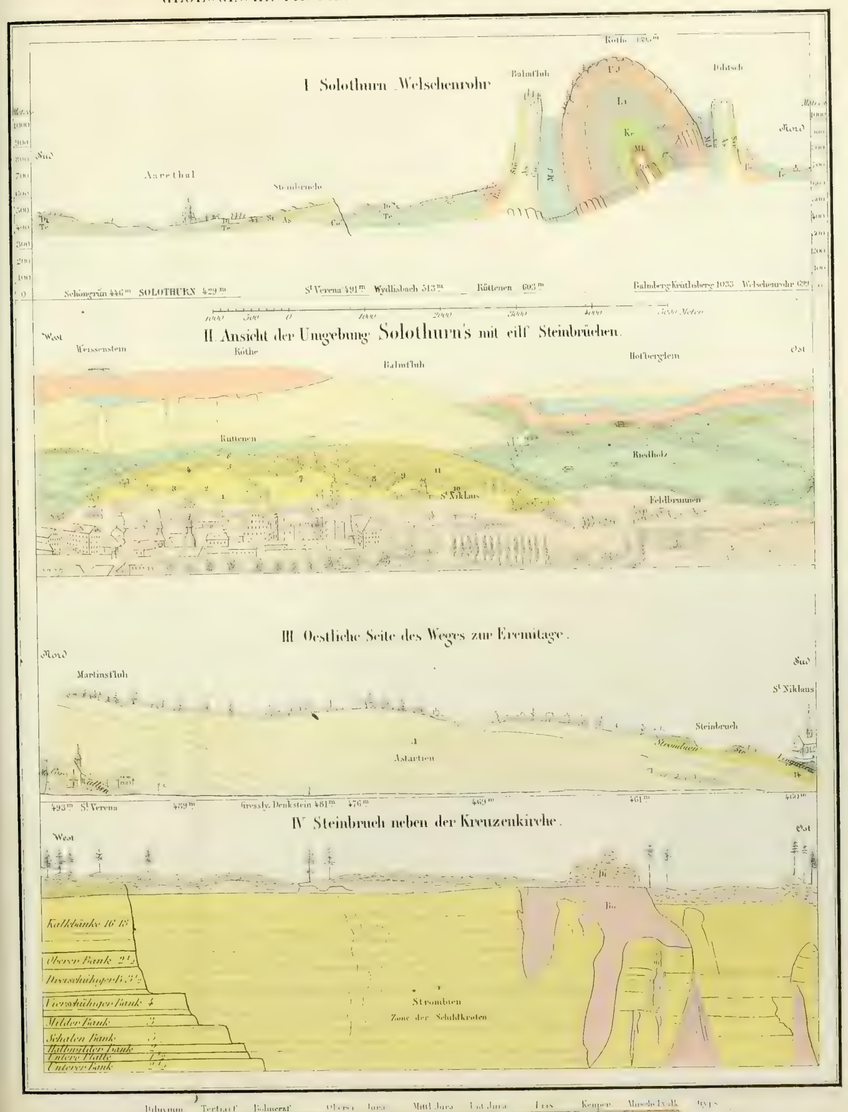
*) Ich glaube nicht, unter den zum Theil vortrefflich erhaltenen Schädeln der Solothurner-Schildkröten einen der hier beschriebenen Species zuschreiben zu können. Doch verspare ich die Erörterung dieser Frage auf das nächste Heft dieser Arbeit, welches diesen Schädeln theilweise gewidmet sein wird.

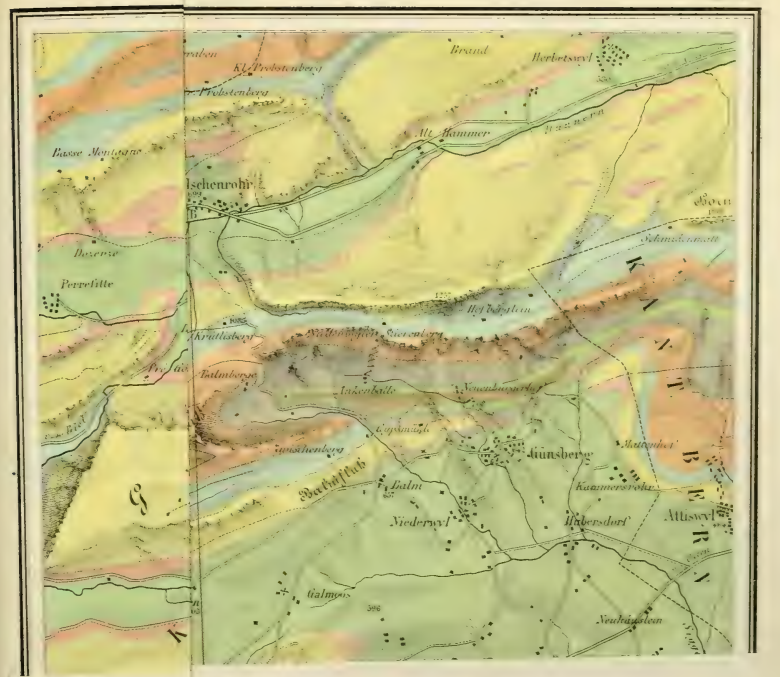
von grossem Interesse, ob nicht in den Ablagerungen, welche diese grosse Zwischenzeit ausfüllen, auch die organischen Zwischenformen noch zu finden seien.

Das Tertiärgebirge hat bekanntlich mehrere Schildkröten geliefert, welche man mit dem Genus Chelydra direct zu vereinigen keinen Anstand nahm. Es sind dies Chelydra Murchisoni Bell von Oeningen (H. v. Meyer, fossile Säugethiere etc. von Oeningen, 1845, Pag. 12, Tab. XI, XII und Palaeontographica II. 1852, Tab. XXVI, XXVII), Chelydra Decheni H. v. Meyer aus der Braunkohle des Siebengebirges (Palaeontographica II. Tab. XXVIII, XXIX), sowie die von Peters beschriebenen Reste einer der letztern sehr ähnlichen Chelydra aus dem tertiären Süsswassermergel von Wies in Steiermark (Denkschrift der k. Akad. der Wissensch. in Wien, 1855, Tab. V). Alle diese Schildkröten stehen indes der heutigen Chelydra näher als unsere jurassische Form. Die Nuchalplatte sendet bei ihnen jene zwei seitlichen Ausläufer ab, welche Platychelys zu fehlen scheinen, der Schalenrand ist weniger gezackt als bei dieser, das Sternum hat dieselbe Form wie bei Chelydra und besitzt wie diese an der Stelle des Mesosternalknochens von Platychelys eine sich dem Anschein nach nur sehr spät oder nie schliessende Seitenfontanelle; die Supramarginalscuta fehlen, und auch die Vertheilung der Scuta des Bauchschildes verhält sich wie bei Chelydra. Auch das Relief der Schale ist der lebenden Form um so näher, als es bereits an den wohl durchweg nicht ausgewachsenen fossilen Ueberresten weit einförmiger und flacher ist, als an manchen offenbar älteren Exemplaren von Platychelys.

Ebenso wenig ist in den an Schildkröten so reichen Ablagerungen der eocänen und Kreide-Periode Englands bisher etwas zum Vorschein gekommen, was sich zwischen die jurassische Platychelys und die jüngern tertiären Arten von Chelydra stellte. Da indes sattsam bekannt ist, wie wenig uns unsere heutigen palaeontologischen Erfahrungen berechtigen, über die Succession der organischen Formen in irgend einer Weise definitiv abzuurtheilen, so müssen wir uns einstweilen mit dem immerhin nicht unwichtigen Nachweis begnügen, dass der heutzutage so spärlich vertretene Typus der Chelydroiden bis in die Juraformation hinauf verfolgt werden kann, zu Formen, welche — trotz der auffallenden Verbindung einer wahrscheinlich für mehr terrestrische Lebensweise bestimmten Structur des Bauchschildes mit Vermehrung seiner knöchernen Elemente — doch schon in den dermalen Ossificationen selbst die kleinsten Détails einer heutigen Schildkröte verwirklichten. Bildete daher auch Platychelys für die Periode der Kalkablagerungen in Solothurn und Kelheim eine scheinbare stabile Species, so dürfen wir doch mit Gewissheit vermuthen, dass das organische Band nicht fehlte, das sie an die tertiären Chelydren

und an die Alligatorschildkröte Nordamerikas knüpfte. Alle repräsentiren Etappen von relativ kurzer Dauer in der Geschichte ihrer Familie, und wenn auch jeweilen die einzelnen Individuen ihr nächstes physiologisches Ziel, die Fortpflanzungsfähigkeit erreichten, Eier legten und abstarben, ohne vom Typus ihrer Periode abzuweichen, so wurde also doch weder die jurassische noch eine tertiäre Form, nachdem sie ihre Pflicht gethan, auf immer weggeworfen. Fort und fort starben sicherlich die einzelnen ephemeren Träger der Aufgabe der Familie ab und repräsentirten so eine Species, allein andere, oder wahrscheinlich alle gingen, für den oberflächlichen Blick unmerklich, weiter, und was wir vor uns sehen, die heutigen und die fossil erhaltenen frühern Repräsentanten der Familie bilden offenbar eine organische Collection von ebenso engem Verband als die Individuen der jetzt noch der jurassischen Form bis in so kleine Détails treu gebliebenen Gypochelys Temminkii.


I. Solothurn Welschenrohr
Balmfluh
Röthe
Aarethal
Steinbruche
Süd
Nord
Schöngrün 446m SOLOTHURN 429m
St Verena 491m Wydlisbach 513m
Rüttenen 603m
Balmberg Krütlisberg 1033 Welschenrohr 699
1000 500 0 1000 2000 3000 4000 5000 Meter
II. Ansicht der Umgebung Solothurn's mit eilf Steinbrüchen.
West
Ost
Weissenstein
Röthe
Balmfluh
Hofberglem
Rüttenen
Riedholz
St Niklaus
Feldbrunnen
III. Oestliche Seite des Weges zur Eremitage.
Nord
Süd
Martinsfluh
St Niklaus
Steinbruch
Astartien
493m St Verena
489m
Gressly Denkstein 481m
476m
469m
461m
460m
IV. Steinbruch neben der Kreuzenkirche.
West
Ost
Kalkbänke 16 18
Oberen Bank
Dreischuhigerb.
Vierschuhiger Bank 4
Milder Bank 3
Schalen Bank
Halbwilder Bank
Untere Platte
Unterer Bank
Stromben
Zone der Schildkroten
Bo
Diluvium Di
Tertiär Te
Bohnerz Bo
Oberer Jura
Mittl. Jura MJ
Unt. Jura UJ
Lias Li
Keuper Ke
Muschelkalk Mk


Brand
Herbetswyl
Kl. Probstenberg
Alt Hammer
Basse Montagne
Ischenrohr
Perrefitte
Balmfluh
Balm
Niederwyl
Günsberg
Kammersrohr
Hubersdorf
Attiswyl
Neuhäuslein
K A N T B E R N

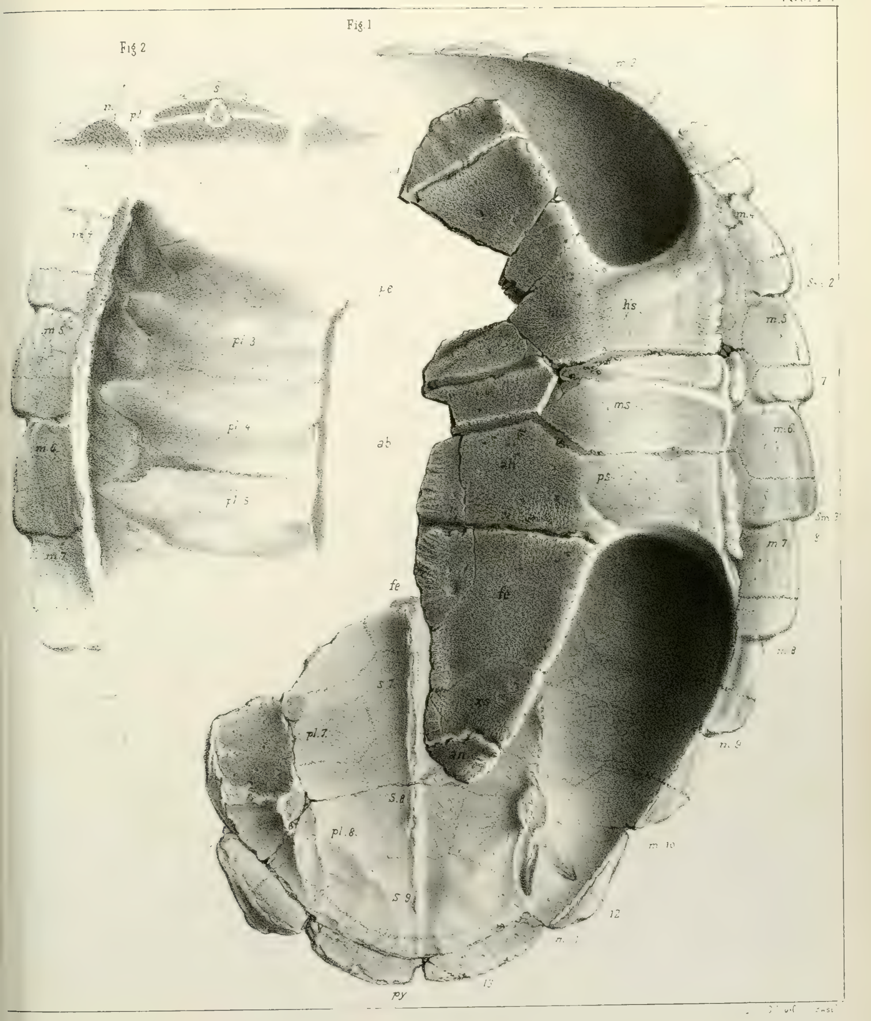
GEOLOGISCHE KARTE DER UMGEBUNG VON SOLOTHURN.

Taf. II



Fig. 1

Fig. 2


Fig. 1
Fig 2
s
pl
m 5
pl 3
pl 4
pl 5
m 6
m 7
m 2
m 4
hs
m 5
ms
m 6
ps
Sm 3
m 7
m 8
fe
ab
fe
xs
an
m 9
s 7
pl. 7.
S. 8
pl. 8.
m 10
S 9
12
13
py

Untersuchungen

über

Muskel-Arbeit.

Von

Adolf Fick.

So massenhaft die Untersuchungen über die Physiologie der Muskelsubstanz auch sind, so ist doch verhältnissmässig sehr wenig geschehen zur Lösung einer der wichtigsten Fragen auf diesem Gebiete, nämlich der Frage nach der Abhängigkeit der Arbeit, die bei einer Muskelzusammenziehung geleistet wird von den verschiedenen äusseren Bedingungen· unter welchen die Zusammenziehung stattfindet. Diese Frage ist einerseits von theoretischem Interesse, sofern ihre Beantwortung die Einsicht in die innere Mechanik der Muskelzusammenziehung mehren muss: sie ist aber nicht minder von praktischem Interesse, da ja die möglichst grosse Arbeitsleistung der eigentliche praktische Zweck des Muskels ist, der mithin durch solche Untersuchungen möglicherweise gefördert werden kann. Trotz dieses grossen Interesses der in Rede stehenden Frage ist dieselbe wie gesagt kaum wenig berührt worden, und es durfte jeder neue Beitrag zu ihrer Lösung willkommen sein. Ich habe daher einige in der allgemeineren enthaltene besondere Fragen zum Gegenstande einer Experimentaluntersuchung gemacht, die eine Reihe neuer Thatsachen geliefert hat. Ich werde damit beginnen, einige dieser Thatsachen zunächst als solche mitzutheilen, und dann eine Diskussion gewisser theoretischer Vorstellungen daran knüpfen, die uns zu weitern Versuchen den Weg bahnen soll.

In erster Linie habe ich mir folgende speziellere Frage gestellt: Wie verhält sich die mechanische Arbeit des Muskels, wenn derselbe in den erregten Zustand versetzt, zunächst aber an der Kontraktion verhindert und erst hernach mit einem angehängten Gewichte sich selbst überlassen wird?

1. Beschreibung einiger Vorrichtungen.

Ein geeignetes Experimentalverfahren zur Lösung dieser Frage bietet sich sofort dar in folgenden Anordnungen, die leicht ohne Zeichnungen verständlich sein werden. Der Muskel (gastrocnemius des Frosches) ist am Pflügerschen Myographion befestigt, an seiner unteren Sehne ist ein feines langes Drähtchen befestigt, das seinen Bewegungen leicht folgt und das mit einem Ende der sekundären Rolle eines du Bois Reymond'schen Schlittenapparates in Verbindung steht. Zum oberen Ende des Muskels führt ein Draht vom anderen Ende der Rolle. In der Leitung ist irgendwo ein Schlüssel angebracht, der in geschlossener

Lage als Nebenschliessung die Ströme vom Muskel abhält. Beim Oeffnen brechen also die Ströme des Elektromotors in den Muskel herein und versetzen ihn in den erregten Zustand und zwar in den maximalen, vermöge der Stärke der Ströme. An dem Elfenbeingriffe des Schlüssels ist ein Drahtbügel befestigt, dessen Spitzen in zwei Quecksilbernäpfe eintauchen, sowie der Griff bei der Oeffnung über einen gewissen Punkt hinausgedreht ist. Die Einrichtung ist jedoch so getroffen, dass dies Eintauchen noch nicht stattgefunden hat, wenn der Kontakt des Vorreibers mit dem Messingklötzchen des Schlüssels aufhört. Mit andern Worten, wenn man den Schlüssel weit öffnet, so hört zuerst der Kontakt zwischen dem freien Ende des Vorreibers und dem Messingklötzchen auf, der Schlüssel ist offen und erst bei weiterer Drehung bildet der am Griff befestigte Bügel eine Brücke zwischen den erwähnten beiden Quecksilbernäpfen. Ausdrücklich ist hervorzuheben, dass der Drahtbügel mit den Metalltheilen des Schlüssels nicht in leitender Verbindung steht.

Unter dem Rähmchen des Myographion befindet sich ein Elektromagnet, so dass das Rähmchen mit einem an ihm befestigten Eisenstück in horizontaler Lage gerade auf seinen Polen aufliegt. In den Leitungen von den beiden Polen einer galvanischen Kette zu den beiden Enden des um den Elektromagneten gewickelten Drahtes sind nun die beiden oben erwähnten Quecksilbernäpfchen enthalten, so dass, wenn durch den gleichfalls erwähnten Drahtbügel zwischen ihnen eine fast widerstandslose Brücke gebildet ist, durch den Draht des Elektromagneten kein merklicher Strom mehr fliesst und er also keine anziehende Wirkung mehr ausübt.

Vermöge der beschriebenen Einrichtungen kann folgender Erfolg erzielt werden: Wenn der Schlüssel geöffnet wird, so geräth der Muskel in Tetanus, kann aber gleichwohl das Rähmchen nicht heben, weil es durch den Elektromagnet festgehalten ist. Wird nun der Schlüssel weiter gedreht, so taucht der Bügel in die Quecksilbernäpfe ein, der Elektromagnet verliert seinen Magnetismus, lässt das Rähmchen los und dieses steigt dem Zuge des tetanisirten Muskels folgend. Die Zeit, welche verstreicht vom Beginne des Tetanus bis zu dem Augenblicke, wo das Rähmchen losgelassen wird, hat man dabei ganz in seiner Gewalt durch die Geschwindigkeit, mit welcher man den Griff des Schlüssels dreht. Es wird sich weiter unten zeigen, dass diese Versuchsbedingungen, die scheinbar die Sache verwickeln, in Wahrheit den Vorgang zu einem einfacheren, theoretischer Betrachtung leichter zugänglichen machen, als es die unter den gewöhnlichen Versuchsbedingungen beobachtete Muskelzusammenziehung ist.

Um bequem mit Versuchen der beschriebenen Art solche wechseln lassen zu können in denen das Rähmchen sofort mit beginnendem Tetanus steigen kann, war in der Leitung

zum Elektromagneten noch ein Schlüssel angebracht, der geschlossen eine gute Nebenschliessung für den um den Elektromagnet gewickelten Draht bildete. Wenn also Versuche der erstbeschriebenen Art gemacht werden sollten, so musste dieser Schlüssel offen sein.

Die Vorstellung von meinen Versuchsanordnungen ist noch zu vervollständigen durch wenige Bemerkungen über einige kleine Abänderungen, welche ich am Pflüger'schen Myographion anbrachte. Um nicht sehr grosse Drehungswinkel zu erhalten, befestigte ich den Muskel nicht — wie es gewöhnlich zu geschehen pflegt — in der Mitte des Rähmchens, sondern am äussersten Ende und an derselben Stelle war auch die Waagschale angehängt, welche die zu erhebenden Gewichte trug. Um nun aber gleichwohl den Hub des Gewichtes in vergrössertem Massstabe gezeichnet zu erhalten, war der gewöhnliche Zeichenstift abgenommen und es war der eine Arm des Rähmchens verlängert durch ein langes, dünnes und daher sehr leichtes Schilfstäbchen, an dessen freiem Ende eine Nadelspitze parallel zur Drehungsaxe des Rähmchens mit Siegellack befestigt war. Sie zeichnete ihre (kreisbogenförmige) Bahn auf ein zur Drehungsaxe senkrecht stehendes berusstes Blatt Glanzpapier.

Der Hergang bei den zunächst mitzutheilenden Versuchsreihen war näher folgender: Das Rähmchen mit Zubehör (Schilfstäbchen, Wagschale) war ein für allemal durch passende Stellung des auf der andern Seite der Axe befindlichen Laufgewichtes möglichst aequilibrirt. Nachdem nun die nöthigen elektrischen Leitungen hergestellt waren, wurde der Muskel an seine Stelle gebracht. Meist bediente ich mich lebender Frösche, die an einem T-förmigen Stücke von starkem für die vorkommenden Kräfte unbiegsamem Eisendraht leicht so befestigt werden können, dass der frei präparirte und an der Ferse abgeschnittene Wadenmuskel senkrecht frei herabhängt, ohne dass der Blutkreislauf in ihm merklich beeinträchtigt wäre. Dies hat den Vortheil, dass bei Pausen von gehöriger Länge meist gar kein Ermüdungseinfluss bemerkbar ist. Jetzt wird ein ganz kleines Gewicht, 2 bis 5 Gramm, auf die Waagschale gelegt und der Froschhalter so adjustirt, dass sich das Rähmchen gerade auf den (natürlich noch unthätigen) Elektromagneten auflegt. Nun wird der letztere in Thätigkeit gesetzt, das zu hebende Gewicht auf die Waagschale gelegt, und der Versuch beginnt, indem der Schlüssel zum Tetanisiren geöffnet wird. Sowie der Drahtbügel beim weiteren Drehen des Schlüssels in die mehrerwähnten Quecksilbernäpfe eintaucht und den magnetisirenden Strom vom Elektromagneten abhält, ereignet sich natürlich folgender Vorgang: Das vom Magnet nicht mehr festgehaltene Rähmchen wird mit dem daran gehängten Gewichte in die Höhe geschnellt, sinkt dann wieder herunter und kommt nach wenigen kleinen Oscillationen in einer gewissen Höhe zur Ruhe, die

davon abhängt bei welcher Länge der tetanisirte Muskel der angehängten Belastung Gleichgewicht hält. Um diese Höhe zu markiren, wird in dem Augenblicke, wo sich das Gleichgewicht hergestellt hat, die berusste Papierfläche ein klein wenig verschoben, so dass in der fraglichen Höhe der Zeichenstift ein kleines wagrechtes Strichelchen darauf verzeichnet. Sodann wird der Schlüssel zum Tetanisiren wieder geschlossen, worauf natürlich das Rähmchen alsbald wieder in seine alte Lage zurücksinkt, indem der Muskel in den ruhenden Zustand zurückkehrt. Die sämmtlichen beschriebenen Manipulationen sind natürlich das Werk von wenigen Sekunden. Nach einer geeigneten Pause wird dann auf die Waagschale ein anderes Gewicht gelegt und ein neuer Versuch begonnen. In manchen Versuchsreihen wechseln mit Versuchen der beschriebenen Art solche, in denen der Elektromagnet überall ausser Wirksamkeit gesetzt war.

2. Arbeit bei Kontraktion des vollkommen tetanisirten Muskels von immer gleicher Anfangslänge.

Die nachstehenden Tabellen geben einige Versuchsreihen der im ersten Abschnitte beschriebenen Art. In der ersten Kolumne ist durch fortlaufende Zahlen die zeitliche Reihenfolge der Versuche angegeben, welche indessen ohnehin überall dieselbe war, in welcher die Versuche hier untereinander aufgeführt sind. Die zweite P überschriebene Kolumne gibt die Belastungen des Muskels. In der dritten Kolumne, h überschrieben, ist verzeichnet die Höhe des Punktes, wo der Zeichenstift schliesslich nach Herstellung des Gleichgewichtes stehen bleibt über der ursprünglichen Lage desselben. Diese Grösse ist in Millimetern ausgedrückt; sie ist proportional der Höhe, in welcher der tetanisirte Muskel die Last über ihrer ursprünglichen Lage im Gleichgewicht tragen kann. Die folgende Kolumne H enthält die Höhe des Gipfels der Bahn des Zeichenstiftes über seiner Anfangslage, sie mag die »Wurfhöhe« heissen, die Grösse h wollen wir der Kürze wegen als »Gleichgewichtshöhe« bezeichnen, ein Ausdruck, der zwar an sich nicht verständlich sein würde, so definirt aber zu keiner Zweideutigkeit Veranlassung geben kann. Die Zahlen in den beiden letztgenannten Kolumnen bedeuten ganze Millimeter, die Grössen h und H sind also nur bis auf halbe Millimeter genau gemessen, und in der That hätte eine noch genauere Messung selbstverständlich bei diesen Grössen keinen Sinn gehabt. Das Produkt $H \times P$, dessen Werth sich in der letzten Kolumne findet, ist die bei der beobachteten Muskelzusammenziehung geleistete Arbeit*), ausgedrückt

*) Dass diese Arbeit wieder ganz rückgängig gemacht (resp. in Wärme verwandelt) wird, zum einen Theil schon während des Versuches, zum andern Theil am Ende des Versuches, thut nichts zur Sache.

in einer willkürlichen Einheit. Wollte man die Arbeit ausgedrückt haben in Millimetergrammen, so müsste man die angegebenen rohen Zahlen multipliziren mit dem Abstande des Angriffspunktes der Last von der Drehaxe des Rähmchens (151^{mm} bei meinen Anordnungen) und dann dividiren durch den Abstand (362^{mm}) der Zeichenspitze von derselben Drehaxe. Die so gefundene Zahl wäre dann noch durch 1,000,000 zu dividiren, wenn man die Arbeit schliesslich in der sonst üblichen Arbeitseinheit Meterkilogramm ausgedrückt haben wollte.

Nr. I. Aus dem Körper herausgenommener Gastrocnemius zwischen je zwei Versuchen 1′ Pause.

Nro.	P	h	H	H × P
1	5	17	57	285
2	25	10	18	450
3	45	7	11	495
4	65	5	7	455
5	45	6	10	450
6	25	8	15	375
7	5	13	51	255

Nro. I. a. Mittel zwischen den Versuchen mit gleicher Belastung.

Nro.	P	h	H	H × P
(1,7)	5	15	54	270
(2,6)	25	9	16.5	412
(3,5)	45	6.5	10.5	472
(4)	65	5	7	455

Nr. II. Aus dem Körper des Frosches herausgeschnittener Gastrocnemius. Zwischen je zwei Versuchen 1′ Pause.

Nro.	P	h	H	H × P
1	5	18	70	350
2	45	9	14	630
3	85	6	8	680
4	45	8	13	585
5	5	14	70	350

Nro. II. a. Mittel zwischen den Versuchen mit gleicher Belastung.

Nro.	P	h	H	H · P
(1,5)	5	16	70	350
(2,4)	45	8,5	13,5	607
(3)	85	6	8	680

Nro. III. Muskel des lebenden Frosches. Zwischen je zwei Versuchen 3' Pause.

Nro.	P	h	H	H×P
1	10	15	30	300
2	5	19	63	315
3	55	7	9	495
4	105	3	3	315
5	55	7	10	550
6	5	22	71	355

Zwischen je zwei Versuchen 5' Pause.

Nro.	P	h	H	H×P
7	5	20	63	315
8	10	18	37	370
9	55	7	10	550
10	105	3	3	315
11	55	7	9	495
12	10	19	37	370
13	5	19	57	285

Zwischen je zwei Versuchen 2' Pause.

Nro.	P	h	H	H×P
14	5	16	40	200
15	5	17	47	235
16	10	15	31	310
17	55	6	8	440
18	105	2	2	210
19	55	6	8	440
20	10	14	26	260
21	5	15	42	210

Zehn Minuten später.

Nro.	P	h	H	H×P
22	5	18	55	275

Nro. III a. Mittel zwischen den Versuchen mit gleicher Last.

Nro.	P	h	H	H×P
(2,6 etc.)	5	18	55	275
(1,8 etc.)	10	16	32	320
(3,5 etc.)	55	7	9	495
(4,10, 18)	105	3	3	315

Das Ergebniss dieser Versuchsreihen ist leicht in Worte zu fassen, besonders wenn man die mit Nr. I. a; II. a und III. a bezeichneten Tabellen in's Auge fasst, wo die Ermüdungseinflüsse möglichst eliminirt sind; dieselben sind indessen so gering, dass sie auch bei Betrachtung der unmittelbaren Versuchsdata das Gesetz nicht verdecken. Es lautet so: Die unter den beschriebenen Umständen vom Muskel bei seiner Zusammenziehung geleistete Arbeit wächst mit der Belastung bis zu einer gewissen Grenze und nimmt dann bei weiterer Steigerung der Belastung wieder ab.

Dieser Satz ist nicht etwa eine blosse Bestätigung des von Ed. Weber in seiner berühmten Abhandlung über Muskelbewegung aufgestellten ähnlich lautenden Satzes. Wir haben es vielmehr hier mit einem neuen Satze zu thun, einerseits weil sich in meinen Versuchen der Muskel unter wesentlich andern Bedingungen kontrahirt, andererseits weil Weber eine andere Grösse mit dem Namen der Muskelarbeit bezeichnet hat und zwar eine Grosse, welche nach dem Sprachgebrauche der Mechanik eigentlich nicht so bezeichnet werden darf. Der Unterschied der Versuchsbedingungen in meinen und in Webers Versuchen besteht 1) darin, dass in Webers Versuchen der tetanische Zustand sich während der Zusammenziehung erst entwickelte, in meinen aber beim Beginne der suZammenziehung schon vollständig entwickelt war; 2 darin, dass in Webers Versuchen die Zusammenziehung mit verschiedenen Längen des Muskels beginnt, nämlich mit um so grösserer, je grösser die zu hebende Last ist; denn dieser wird vorher gestattet, den ruhenden Muskel zu dehnen, in meinen Versuchen dagegen beginnt die Zusammenziehung

alle Mal mit derselben Länge des Muskels und zwar in den oben mitgetheilten Reihen mit derjenigen Länge, welche er ruhend mit 5 Gramm belastet annimmt.

Was den Begriff der durch eine Muskelzusammenziehung geleisteten Arbeit betrifft, so habe ich mich darüber schon an anderen Orten*) gelegentlich ausgesprochen, da indessen diese Aeusserungen dem Leser vielleicht nicht zur Hand sind, so erlaube ich mir, die Sache hier noch einmal zu erörtern. Die äussere Arbeit einer Muskelzusammenziehung wird im Allgemeinen in dem Augenblicke, wo dieselbe vollendet ist, d. h. wo sich der Muskel nicht weiter verkürzt, aus zwei Summanden bestehen. Ein Mal nämlich sind in der Regel schon die Wirkungen von Gegenkräften (resp. Widerständen) in irgend einem Maasse überwunden; es ist z. B. eine schwere Masse schon höher, als sie sich im Anfange der Zusammenziehung befand. Zweitens haben möglicherweise am Ende der Zusammenziehung durch die Wirkung derselben mit dem Muskel verbunden gewesene Massen gewisse Geschwindigkeiten und somit gewisse lebendige Kräfte erlangt. Dieser zweite Posten, in gleicher Einheit ausgedrückt, muss zum ersten addirt werden; die Summe ist offenbar die ganze geleistete Arbeit. In den praktisch vorkommenden Fällen ist das Verhältniss dieser beiden Posten zueinander ein sehr wechselndes. Ja es kann der zweite Posten möglicherweise vollständig gleich Null sein. Wenn wir z B. die Sehne eines Bogens spannen, so wird keiner Masse eine merkliche lebendige Kraft ertheilt; die ganze geleistete Arbeit steckt hier im ersten Posten. Nehmen wir dagegen einen Sprung; hier ist im Augenblicke, wo die Streckmuskeln des Beines ihre Zusammenziehung vollendet haben, einerseits die Masse des Körpers schon etwas gehoben; es ist also eine gewisse Arbeit auf Ueberwindung der Schwere verwendet. Es hat aber gleichzeitig die Masse des Körpers eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, was wir daran sehen können, dass diese Masse sich vom Boden erhebt, und eine Strecke weit frei in der Luft fliegt. In diesem Falle sind die beiden Posten der Arbeit vielleicht meist nicht sehr verschieden voneinander. Nehmen wir drittens den Fall eines Hammerschlages auf den Ambos. Hier ist die als erster Posten der Muskelarbeit definirte Grösse gar negativ, denn der freie Fall des Hammers wird schon mehr als genügen, die Widerstände, welche sich der Zusammenziehung der den Hammer abwärts treibenden Muskeln entgegenstellen, zu überwinden; der zweite Posten aber ist positiv, denn die Muskelzusammenziehung ertheilt dem Hammer eine weit grössere Geschwindigkeit, als er durch den blossen freien Fall erlangen würde.

*) Untersuchungen über elektrische Nervenreizung, Braunschweig 1864, S. 2. Medicinische Physik, 2. Auflage, Braunschweig 1866, S. 78.

Wirkt der Muskel — wie in unsern Versuchen — einfach der Schwere eines Gewichtes direkt entgegen, so bieten sich die beiden Posten der Arbeit schon zur Summe vereint, der Messung dar, denn das Gewicht nebst den damit verbundenen aequilibrirten Massen, steigt eben vermöge der am Ende des Muskelzuges erlangten Endgeschwindigkeit weiter, und man braucht eben nur die gesammte Steighöhe mit dem Gewichte zu multipliciren, um die Arbeit zu haben. Beiläufig mag noch bemerkt werden, dass die weiter oben gemachte Unterscheidung einer Gleichgewichtshöhe und Wurfhöhe nicht zu verwechseln ist mit der jetzt in Rede stehenden möglichen Zerlegung der Arbeit in zwei Summanden, denn wenn die Gleichgewichtshöhe überschritten ist, so ist noch keineswegs der Zug des Muskels beendet, er ist dann nur schwächer als der Zug der Schwere. Der Zug des Muskels hört vielmehr erst dann ganz auf, wenn derselbe diejenige Länge erreicht hat, die ihm ganz ohne Last im tetanisirten Zustande zukommt. Der definirte zweite Posten der Arbeit hat also nur in solchen Versuchen einen von Null verschiedenen Werth, wo überhaupt das Gewicht höher hinauf steigt, als der Länge des unbelasteten tetanisirten Muskels entspricht, was blos bei den kleineren Belastungen stattfindet.

3. Arbeit bei Kontraktion des vollständig tetanisirten Muskels von variabeler Anfangslänge.

Ich habe nun zweitens Versuchsreihen nach folgendem Plane angestellt: Sie bestehen einestheils aus Versuchen der vorigen Art, hinter jedem solchen ist aber ein Versuch der Weber'schen Art mit gleicher Belastung eingeschaltet, d. h. ein Versuch, in welchem man der angehängten Last zunächst gestattet, den ruhenden Muskel so weit zu dehnen, bis seine elastische Spannung der Last Gleichgewicht hält, dann wird der Muskel tetanisirt. In einem Punkte jedoch unterscheiden sich auch diese Versuche von den Weber'schen, was die Bedingungen angeht. Auch in ihnen nämlich ist das Rähmchen zunächst durch den Elektromagnet festgehalten und wird erst losgelassen, nachdem der Tetanus vollständig entwickelt ist. Da ich an meinem Apparate den Elektromagnet nicht verschieben konnte, so erforderten diese Versuche noch einige besondere Manipulationen, resp. Messungen am Stativ des Präparates, deren Beschreibung ich indessen weglasse, da sie zum Verständnisse der Versuchsreihen nichts beitragen.

Nachstehende Tabelle Nr. IV enthält die Ergebnisse einer solchen combinirten Versuchsreihe. Um die Versuche der zweiten Art vollständig darzustellen, muss natürlich der Tabelle noch eine Spalte hinzugefügt werden; sie ist mit T überschrieben und gibt

an, wie tief unter derjenigen Lage, von welcher aus die sämmtlichen Höhen gemessen werden, sich der Schreibstift zu Anfang der Zusammenziehung befand. Für einen Versuch der ersten Art kommt also in diese Spalte der Tabelle Null zu stehen. Ausserdem habe ich noch eine $(H + T) \times P$ überschriebene Spalte hinzugefügt, die aber nur bei den Versuchen der zweiten Art ausgefüllt ist. Sie misst hier, wie aus der Ueberschrift erhellt, die Gesammtarbeit, welche die Zusammenziehung geleistet hat.

Nro. IV. Muskel des lebenden Frosches.

Nro.	P	T	h	H	(H × P)	(H + T) × P
1	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	290	
2	10	0	12	31	310	
3	10	4	12	47	470	510
4	30	0	10	14	420	
5	30	10	8	26	780	1080
6	50	0	8	10	500	
7	50	14	5	11	550	1250
8	70	0	5	7	490	
9	70	16	4	6	420	1540
10	50	0	7	8	400	
11	50	13	6	13	650	1300
12	30	0	10	14	420	
13	30	9	11	26	780	1050
14	10	0	14	34	340	
15	10	5	15	50	500	550
16	5	0	18	62	310	

Nro. IV a. Mittel aus je zwei entsprechenden Versuchen mit gleicher Belastung.

Nro.	P	T	h	H	(H × P)	(H + T) × P
(1,16)	5	0	17.5	60	300	
(2,14)	10	0	13	32.5	325	
(3,15)	10	4.5	13.5	48.5	485	530
(4,12)	30	0	10	14	420	
(5,13)	30	9.5	9.5	26	780	1065
(6,10)	50	0	7.5	9	450	
(7,11)	50	13.5	5.5	12	600	1275
(8)	70	0	5	7	490	
(9)	70	16	4	6	420	1540

Ganz anschaulich hat man die Ergebnisse dieser Versuchsreihe graphisch dargestellt

in Fig. 1 vor Augen, und zwar sind die Mittelzahlen aus Nr. IV a zu Grunde gelegt. Die Abscissen sind die Belastungen und sind die betreffenden Zahlen an der Grundlinie angeschrieben. Die Höhe der Grundlinie entspricht der Lage, welche der Zeichenstift einnimmt, wenn der ruhende Muskel 5 Gramm im Gleichgewicht trägt. Als Ordinaten sind aufgetragen die Hubhöhen (*h*), die Wurfhöhen (*H*) und die Dehnungstiefen (*T*). Die Punkte, welche sich auf Versuche der ersten Art beziehen, sind mit einem Buchstaben auf der linken Seite der Ordinate bezeichnet, die Punkte für die Versuche der zweiten Art haben den Buchstaben auf der rechten Seite der Ordinate. Die Versuche mit 5 Gramm Last können natürlich sowohl denen der ersten als denen der zweiten Art zugeordnet werden, weil die Lage der Nulllinie, von der bei den Versuchen der ersten Art der Hub ausgeht, wie schon bemerkt dem Gleichgewicht des ruhenden Muskels mit 5 Gramm Last entspricht und bei den Versuchen der zweiten Art geht der Hub eben aus vom Gleichgewicht des ruhenden Muskels mit der Last. Um die oft enorme Wurfarbeit in meinen Versuchen recht deutlich hervortreten zu lassen, gebe ich noch eine Reihe in graphischer Darstellung (siehe Fig. 2) von lauter Versuchen der zweiten soeben beschriebenen Art. Die Bezeichnungen entsprechen genau denen in Fig. 1. Bei 5 Gramm Last ist an der Wurflinie nur eine Pfeilspitze gezeichnet: dies soll bedeuten, dass hier die Wurfhöhe gar nicht gemessen werden konnte, indem der Zeichenstift weit über die Glastafel hinausgeschleudert wurde. Die Wurfhöhe für 5 Gramm war mindestens doppelt so gross als die hier gezeichnete Linie bis zur Pfeilspitze. Die zeitliche Reihenfolge der Versuche geht von rechts nach links. Mit jeder Last wurde nur ein Versuch angestellt, so, dass eine Elimination des Ermüdungseinflusses nicht statt haben konnte; doch scheint ein solcher kaum vorhanden gewesen zu sein.

Wenn der tetanisirte Muskel einmal dasselbe Ding ist, wie das andere Mal, so war zu erwarten, dass in der vorliegenden Versuchsreihe die Hubhöhe *h* für gleiche Belastung dieselbe sein werde, gleichgültig ob sie in einem Versuche der ersten oder der zweiten Art erscheint; denn diese Höhe ist ja nichts anderes, als die Höhe, auf welcher sich schliesslich die Last mit dem tetanisirten Muskel ins Gleichgewicht setzt. Ganz genau trifft das zwar in unserer Versuchsreihe nicht zu, aber doch immerhin so annähernd, dass man allenfalls berechtigt wäre, die Abweichungen bloss für zufällige Beobachtungsfehler zu erklären. Dies könnte um so eher zulässig erscheinen als die Abweichungen nicht durchweg im selben Sinne liegen. Für 10 Gramm Last ist nämlich *h* im Versuche der zweiten Art höher als im Versuche der ersten Art, für die anderen Belastungen ist es umgekehrt. Für dies letztere überwiegend häufig vorkommende Verhalten lässt sich übrigens ein in der Sache selbst liegender Grund geltend machen. Bei der Anstellungs-

weise unserer Versuche zerrt das aus der Wurfhöhe (*H*) herabfallende Gewicht erst den Muskel gewaltsam ehe sich das Gleichgewicht herstellt und dieser Ruck ist in den Versuchen der zweiten Art weit stärker, weil die Wurfhöhe meist grösser ist, als in den Versuchen der ersten Art. Daher kann vermöge der elastischen Nachwirkung in den Versuchen der zweiten Art das Gewicht tiefer unten stehen bleiben. Endlich mache ich noch darauf aufmerksam, dass eine eigentlich namhafte Abweichung überall nur bei der Belastung 50 Gramm vorkommt, die recht wohl in zufälligen entgegengesetzten Fehlern der Zahlen im 6. und 7. Versuch begründet sein könnte. In Anbetracht aller dieser Erwägungen dürften wir wohl den Satz gelten lassen, dass in der That der tetanisirte Muskel einmal dasselbe Ding ist, wie das andere Mal, unabhängig, ob er eine Last von einer ein für allemal bestimmten Lage an gehoben hat, oder jedesmal von der Lage an, in welcher sie mit dem ruhenden Muskel im Gleichgewicht ist.

In den Kurven *hh*.. und *TT*... haben wir nun die Dehnungskurven des tetanisirten Muskels einerseits und des ruhenden Muskels andererseits vor Augen. Ich habe sie beide hypothetisch nach links bis zur Belastung Nullordinate fortgesetzt (die punktirten Stücke). Beide Kurven zeigen die von Weber ihnen zugeschriebene Gestalt, welche eine mit wachsender Belastung abnehmende Dehnbarkeit bedeutet. In den besonderen Grössenverhältnissen weichen jedoch die Kurven der vorliegenden einzelnen Versuchsreihe von den numerischen Ergebnissen Webers bedeutend ab. In diesen nämlich zeigte sich die Dehnung des tetanisirten Muskels trotz seiner kleineren natürlichen Länge mit wenigen Ausnahmen stets absolut genommen so viel grösser als die des ruhenden Muskels, dass die Hubhöhe nach Webers Bezeichnungsweise (die Länge *Th* in unserer Figur) mit wachsender Belastung fast durchweg*) abnahm. Das ist hier nicht der Fall, vielmehr wächst die Hubhöhe *Th* in den Versuchen der zweiten Art mit wachsender Belastung bis zur Belastung von 70 Gramm. Aehnliches habe ich beim Muschelmuskel beobachtet, und später hat Heidenhain auch am Froschmuskel schon diese Erscheinung gesehen. Die absolute Dehnung ist also hier beim tetanisirten Muskel kleiner als beim ruhenden; wie sich's mit der relativen Dehnung oder der Dehnbarkeit verhält, kann ich nach den vorliegenden Versuchen nicht numerisch angeben, weil ich die Länge der Muskelfasern nicht gemessen habe. Soviel aber lässt sich wohl mit Bestimmtheit sagen, dass sich in der in Rede stehenden Versuchsreihe die Angabe Webers bestätigt, dass der tetanisirte Muskel bedeutend dehnbarer ist, als der

*) Einige Ausnahmen kommen allerdings vor und zwar gerade bei kleinen Belastungen auf den ersten Ermüdungsstufen. Siehe Webers Abhandlung S. 79, Tab. A 2. (wo übrigens durch einen Druckfehler unter 5 Gramm 33,8 statt 33,1 steht) Tab. B, 3 und 5, sowie Seite 80, Tab. D, 4.

ruhende; denn während die absoluten Werthe der Dehnung des tetanisirten Muskels nicht viel kleiner sind als die der Dehnung des ruhenden, ist die natürliche Länge des ersteren bedeutend kleiner. Die Dehnungen betragen also beim tetanisirten Muskel bedeutend grössere Bruchtheile der natürlichen Länge, als beim ruhenden.

Das augenfälligste neue Ergebniss der besprochenen Versuchsreihe lautet in Worte gefasst so: Die Gesammtarbeit der Kontraktion ist bedeutend grösser, wenn der Hub ausgeht von der Länge, bei welcher der Muskel in Ruhe der angehängten Last Gleichgewicht hält, als wenn er von einer kleineren Länge erst beginnt; dies war von vorneherein mit ziemlicher Sicherheit zu erwarten, aber es bringt im ersteren Falle der Muskel dieselbe Last auch höher über dasselbe Niveau hinauf, wenigstens wenn die Last eine gewisse Grenze nicht überschreitet. In unserer individuellen Versuchsreihe liegt diese Grenze zwischen 50 und 70 Gramm, denn bei 70 Gramm Last liegt schon die Wurfhöhe H für die zweite Versuchsart etwas niedriger über dem Niveau der Nulllinie als für die erste Versuchsart.

4. Die Weber'sche Theorie der Muskel-Kontraktion.

An die bisher mitgetheilten Thatsachen lassen sich nun mancherlei theoretische Betrachtungen anknüpfen die namentlich desswegen von Interesse sein dürften, weil sie uns Winke geben für Anstellung neuer Versuche, welche weiter unten mitgetheilt werden sollen. Zunächst muss ich ausdrücklich hervorheben (was übrigens der Leser wohl schon meiner Bezeichnungsweise bei Beschreibung der Versuche angemerkt hat), dass ich mich durchaus auf den Boden der sogenannten Weber'schen Theorie der Muskelkontraktion stelle, d. h. ich sehe die Sache so an: Durch die Erregung wird der Muskel in einen Körper von anderer Gestalt (Länge) und andern elastischen Eigenschaften verwandelt und er setzt nun die mit ihm verbundenen Massen so in Bewegung, wie es die Gesetze der Elasticität unter den gegebenen Bedingungen vorschreiben. Bekanntlich haben sich gegen diese Theorie in den letzten Jahrzehnten mehrfach gewichtige Stimmen erhoben. Ich kann aber nicht finden, dass in den sämmtlichen Diskussionen irgend welcher stichhaltige Einwand dagegen vorgebracht wäre. Und dies ist auch absolut unmöglich, denn wir haben es gar nicht mit einer Theorie der Muskelkontraktion zu thun Die sogenannte Weber'sche Theorie sagt gar nichts aus und will auch absolut gar nichts aussagen über den inneren Hergang bei der Muskelkontraktion, sie ist eben bloss eine präcise Formulirung der Thatsachen. Ob bei der Muskelzusammenziehung elektrische Ströme, Wärme, Oscillationen, anziehende

Kräfte in der Längsrichtung oder vielleicht abstossend in der Querrichtung der Faser eine Rolle spielen, ob der Process in der ganzen Faser in jedem Augenblicke überall derselbe ist, oder ob er rasch hin und hergeht, so dass der gröblich sichtbare Zustand nur ein Mittel zwischen fortwährend schwankenden Zuständen ist — das Alles ist vollkommen gleichgültig; immer ist man berechtigt, die Thatsachen in der von Weber so überaus glücklich gewählten Ausdrucksweise darzustellen. In der That, was ist denn eigentlich die Elasticität? Suche ich das Gemeinsame aller der Erscheinungen, welche man als Aeusserungen dieser Eigenschaft auffasst, so finde ich keine engere Definition, als diese: Elasticität nennen wir diejenige Eigenschaft eines Körpers, vermöge deren seine molekulären Kräfte oder Bewegungen zusammenhängende Massen als solche in Bewegung bringen können, und zwar unter Vermittelung einer Gestaltänderung des Körpers in der Art, dass jene zusammenhängenden Massen in die bei der Gestaltänderung erfolgende Bewegung irgend welcher Oberflächentheilchen des Körpers mit hineinbezogen werden. Dass hierzu ausserdem noch Molekularkräfte zwischen den Oberflächentheilchen des als zusammenhängende Masse bewegten Körpers und des elastischen Körpers nöthig sind, ist eine Sache für sich, die mit der Elasticität nichts zu schaffen hat.

Ich kann wie gesagt keine engere Definition finden, welche die Elasticität der Gase, starrer Körper, biegsamer Fäden etc. umfasst. Nun sagt aber diese Definition nichts aus und darf auch nichts aussagen über die Natur der inneren Kräfte, welche die Bewegung der Oberflächentheilchen und damit verbundener fremder Massen hervorbringt. Wir wissen ja in den meisten Fällen gar nichts von diesen Kräften und auch da, wo wir eine bestimmtere Ahnung von den inneren Vorgängen haben, wie z. B. bei den Gasen, hindert uns dies nicht im mindesten, den Effekt mit dem Namen Elasticität zu belegen. Mir scheint es auch keineswegs widersinnig, von Elasticität zu sprechen, wenn etwa die Elektricität bei den Gestaltänderungen eine Rolle spielt, wie in dem Beispiel, das Volkmann unter andern der Weber'schen Theorie entgegengehalten hat. Dasselbe bestand bekanntlich darin, dass er sagte: man stelle sich eine elastische Drahtspirale vor und denke sich dieselbe plötzlich von einem elektrischen Strome durchflossen, sie wird alsdann ihre Gestalt verändern und wird auch vielleicht fremde Massen, die an ihr Ende angeknüpft sind, bewegen. Niemand, meint Volkmann, wird diese Wirkung eine elastische nennen. Natürlich ist der ganze Streit hierüber nur ein Streit über den Sprachgebrauch, aber ich muss gestehen, dass es mir keineswegs dem Sprachgebrauche der Physik zuwider scheint, wenn man sagen wollte: Die durchflossene Spirale hat eine andere natürliche Gestalt und Länge und andere elastische Kräfte, wie die nicht durchflossene, und wenn sie sich im undurchflossenen Zustande mit einer angehängten Last

ins Gleichgewicht gesetzt hatte und nun durchflossen wird, so zieht sie sich zusammen und hebt die Last vermöge der elastischen Kräfte. Ja es würde gewiss möglich sein, nur viel Zeit und Geld erfordern, aus Drahtspiralen allenfalls mit Eisenkernen einen Körper zu konstruiren, der sich genau so verhielte wie ein Muskel, wenn der tetanisirte Zustand dem durchflossenen der Spiralen entsprechen sollte, und warum sollte man einen solchen Körper im durchflossenen Zustande nicht einfach einen elastischen nennen. Jedesfalls müsste dies derjenige thun, der von der inneren Einrichtung des Körpers so wenig wüsste als wir von der inneren Einrichtung des Muskels wissen, aber auch derjenige, dem die innere Einrichtung bekannt wäre, würde, glaube ich, nicht gegen den angenommenen Sprachgebrauch der Physik verstossen, wenn er die Resultirende aus allen den inneren Kräften, sofern sie fremde Massen unter Vermittelung der Gestaltveränderung in Bewegung setzt, elastische Kraft nennte. Ein solcher Verstoss würde nach meinem Sprachgefühl nur dann begangen werden, wenn man von Elasticität da sprechen wollte, wo die elektrischen Kräfte eines Körpers ganz direkt auf einen anderen bewegend einwirkten, wenn z. B. eine geriebene Glasröhre ein Papierschnitzel in die Höhe hebt; da kann nicht gesagt werden, die Elasticität der Glasröhre hebt das Papierschnitzel, weil es nicht unter Vermittelung einer Gestaltänderung der Glasröhre geschieht.

Da über diesen Gegenstand viel Discussion gepflogen ist und noch immer Meinungsverschiedenheit zu bestehen scheint, so sei es mir erlaubt, noch ein anderes fingirtes Beispiel zu bringen, wo meiner Ansicht nach die Wirkung elektrischer Kräfte »Elasticität« genannt werden dürfte. Man denke sich in einem geschlossenen Raume ein Aggregat von unendlich leichten Kügelchen, die sämmtlich mit gleichnamiger Elektricität geladen sind. Die Wände dieses Raumes, wenn auch absolut unelektrisch, werden von diesem Aggregate*) ähnlich wie von einer Gasmasse einen Druck erleiden, den man ganz füglich einer Elasticität des Aggregates zuschreiben dürfte, denn eine Bewegung der Wände würde ja nur erfolgen unter Vermittelung einer Gestaltänderung des Aggregates.

Man hat andererseits**) der Weber'schen Theorie entgegengehalten, »die von derselben geforderte natürliche Form des thätigen Muskels sei nur ein Ideal, zu dessen »Realisirung erst andere Kräfte, die elastischen, nöthig werden. Man sollte meinen, dass »derselbe Einfluss, welcher dem Muskel die neue Form zudiktirt, auch die wirkliche Her»stellung derselben bewirken müsste ohne anderweitiger Kräfte dazu bedürftig zu sein.«

*) Vermuthlich würden sich die sämmtlichen Kügelchen an die Oberfläche begeben, das thut aber nichts zur Sache.

**) Heidenhain, Mechanische Leistung etc. Leipzig 1864, S. 177.

Ganz gewiss ist diese Ueberlegung an sich vollkommen richtig, aber sie widerspricht auch nicht im mindesten der Weber'schen Theorie, denn diese sagt über die Natur der Kräfte, deren resultirende sie als elastische Kraft bezeichnet, gar nichts aus, am allerwenigsten aber behauptet sie, dass die Kräfte, welche die neue Form herstellen, andere wären als die, welche sie dem Muskel zudiktiren. Ein aller Welt geläufiges Beispiel wird gewiss jeden Zweifel zerstreuen. Wenn wir die Pulverladung in einer Büchse entzünden, so kommt dem Körper vermöge der Umlagerung der Atome zu andern Verbindungen und vermöge der erhöhten Temperatur eine andere natürliche Form, namentlich ein mehrere tausend Male grösseres Volum zu; so lange er diese neue Form noch nicht angenommen hat, übt er einen grossen Druck auf die Wände, deren eine durch die Kugel gebildet wird, aus und setzt sie in Bewegung. Niemand nimmt nun Anstoss daran, wenn gesagt wird, die Elasticität der Verbrennungsgase treibt die Kugel aus dem Rohre, und es denkt Niemand daran, der Ausdruck involvire die Meinung, dass diese elastischen Kräfte andere wären, als diejenigen, die dem Aggregate von Kohlenstoff-, Sauerstoff- etc. Atomen die neue Form vorschreiben.

Dies Beispiel kann auch noch dazu dienen, einen andern Zweifel zu beseitigen, der hier und da aufgetaucht zu sein scheint. Es kommt mir nämlich vor, als ob bei Manchen das Missverständniss obwalte, die Weber'sche Theorie verlange, dass der Uebergang aus dem einen in den anderen Zustand absolut momentan sein müsste, und die Zuckung müsse nun so verlaufen wie bei einem theilweise entlasteten Körper von konstanter Elasticität*), obgleich Helmholtz in seiner berühmten Untersuchung über den zeitlichen Verlauf der Muskelzuckung diesen schon vom Standpunkte der Weber'schen Theorie ausbeleuchtet hat. In der That verlangt diese Theorie keineswegs, dass der Uebergang aus dem Anfangszustand in den Endzustand (welchen wir einstweilen als den vollen Tetanus betrachten wollen) ein momentaner sei. Auf die schliessliche Gleichgewichtshöhe hat die Art des Uebergangs keinen Einfluss, und deshalb brauchte Weber, der sich ausschliesslich mit dieser beschäftigte, keine Rücksicht darauf zu nehmen. Sie hat aber Einfluss auf manche andere Umstände, wovon weiter unten noch ausführlicher zu sprechen ist. Hier soll nur gezeigt werden, dass sich alle Betrachtungen über diese Punkte gerade auf dem Boden der Weber'schen Theorie allein streng führen lassen, und dazu soll uns

*) Ein Missverständniss dieser Art liegt vielleicht in der Abhandlung von Harless (Denkschriften der Münchener Akademie, Bd. IX) versteckt. Indessen kann ich es nicht mit voller Bestimmtheit behaupten, da mir die Ziele der Harless'schen Arbeit nicht klar geworden sind.

das fragliche Beispiel dienen. In unserm Beispiel ist eben auch der Uebergang aus dem Anfangszustand (Pulver) in den Endzustand (Gas von hoher Temperatur) nicht momentan und die mechanische Wirkung fällt in die Zeit des allmählichen Uebergangles. Theilen wir beispielsweise die Zeit der Explosion in 10 gleiche Theile, und denken uns zunächst der Einfachheit wegen im Anfange jedes Zehntels explodirte ein Zehntel der Masse momentan, dann gilt für das erste Zehntel der Zeit eine gewisse natürliche Form der Masse, der sie zustrebt. Vermöge dieses Strebens wird die Kugel schon bewegt und die wirkliche Form verändert; für das zweite Zehntel der Zeit ist aber wieder eine andere Form (noch grösseres Volum) die natürliche, da aber die wirkliche Form schon nicht mehr die ursprüngliche ist, so übt die Masse jetzt keinen so grossen Druck auf die Kugel aus, wie er ausgeübt worden wäre, wenn die zwei Zehntel auf einmal momentan explodirt hätten u. s. w. Ganz analog ist der Vorgang im Muskel, wenn man der angehängten Last gestattet zu steigen, während noch der Tetanus in der Entwicklung begriffen ist, dann ist eben in jedem Augenblicke die natürliche Form eine andere und die Differenz zwischen der wirklichen und natürlichen Form, welche für die elastische Kraft — Spannung — maassgebend ist, muss in jedem Augenblicke von einer andern natürlichen Form aus gerechnet werden. Wir haben von diesem Vorgange weiter unten noch ausführlicher zu handeln.

Ein fernerer Einwand gegen die Weber'sche Theorie könnte wohl auf die Bemerkung gegründet werden dass beim erregten Muskel zur Erhaltung der gleichen Spannung bei gleich bleibender Länge ein fortwährender chemischer Process nöthig ist. In der That besteht ja der tetanische Zustand in einem chemischen Processe, der sich namentlich durch die Wärmeentwickelung ankündigt. Nun könnte man etwa sagen, dass bei einem elastischen Körper sonst die Spannung lediglich Funktion der Gestalt sein müsse, und bei gleich bleibender Gestalt (Länge, Volum etc.) auch die Spannung dieselbe bleiben müsse, ohne weiteres Zuthun. Dies ist aber durchaus nicht allgemein richtig, man braucht nur daran zu erinnern, dass die elastische Spannung einer Gasmasse nicht lediglich Funktion des Volums, sondern auch der Temperatur ist, und dass z. B. eine Luftmenge, die von kälteren Körpern umgeben ist, ihre Spannung auch bei gleichbleibendem Volum nur behaupten kann, wenn ihr von irgend einer Seite her fortwährend Wärme zugeführt wird. Man kann sich leicht ein Beispiel der Art denken, was ganz die in Rede stehenden Verhältnisse des Muskels wieder gibt. Es sei etwa ein Cylinder, in dem sich ein Kolben bewegen kann, mit einer gewissen Luftmenge gefüllt und durch ihre Spannung werde der Kolben in einer gewissen Höhe im Gleichgewicht gehalten (der belastete

ruhende Muskel). Nun werde im Inneren des Cylinders eine Flamme entzündet, den Sauerstoff liefere ein ebenfalls im Cylinder enthaltenes Präparat, und die gebildeten Gase sollen in gleichem Maasse absorbirt werden. Nun wird die Temperatur wachsen, und der Kolben kann sich beim alten Volum nicht mehr im Gleichgewicht halten, er steigt auf (das am Muskel hängende Gewicht steigt bei Tetanisirung desselben). Dieses Steigen wird Jeder ohne Bedenken eine Wirkung der Elasticität nennen. Auf der erlangten Höhe wird sich aber der Kolben nur halten können, wenn der Verbrennungsprocess im Cylinder fortdauert (wie das Gewicht am Muskel nur gehoben bleibt, wenn der Tetanus, der auch ein Verbrennungsprocess ist, fortdauert), gleichwohl bezeichnet man die neue grössere Spannung der Gase im Innern des Cylinders als »elastische«.

Endlich glaubt Heidenhain die Weber'sche Theorie ganz direkt widerlegt zu haben, indem er gezeigt hat, dass der Betrag der chemischen Processe im Muskel und damit der finale Zustand oder die finale Form, welcher der Muskel zustrebt, nicht allein abhange von dem Reizquantum, welches ihm zugeführt wird, sondern auch noch von den Umständen, unter welchen er sich kontrahirt, namentlich von dem Gewichte, welches er dabei hebt. Nehmen wir nun auch an, dieser Satz wäre über allen Zweifel erwiesen, so wäre damit die Weber'sche Theorie keineswegs widerlegt; sie ist eben gar nicht widerlegbar, weil sie, wie schon gesagt, bloss ein anschaulicher Ausdruck für die Thatsachen, keine Theorie vom inneren Vorgang ist. Dass der Heidenhain'sche Satz mit Webers Theorie nicht im Widerspruche steht, können wir uns abermals an dem Beispiele eines Buchsenschusses klar machen. Legen wir bei einer Büchse älterer Einrichtung (wo die Patrone in der Nähe des hinteren Endes angezündet wird) die Kugel locker auf, so spritzt bekanntlich ein guter Theil des Pulvers unverbrannt aus dem Laufe heraus. Drücken wir dagegen die Kugel mit einem Pflaster fest in die Züge des Laufes, so dass der Widerstand gegen die elastischen Kräfte gross ist, so verbrennt die Ladung vollständig. Hier ist also der finale Zustand der Ladungsmasse auch abhängig von den Widerstanden, ein Mal nur halb verbranntes Pulver, daher kleines Volum; das andere Mal ganz verbranntes Pulver, daher grosses Volum. Trotzdem sieht Niemand hierin eine Widerlegung einer der Weber'schen analogen Theorie vom Büchsenschuss, welche das Forttreiben der Kugel als Wirkung der Elasticität ansieht. Warum sollte nicht ebenso bei der Muskelzusammenziehung der Betrag der entwickelten elastischen Kräfte abhängig sein konnen von den äusseren Umständen, unter welchen diese Kräfte entwickelt werden. Ich komme übrigens später noch ein Mal auf einen Theil der hierher gehörigen Heidenhain'schen Versuche zu sprechen, und werde daselbst zeigen, dass sie auch in ganz an-

derer Weise mit der Weber'schen Theorie, wie ich sie auffasse, in Einklang zu bringen sind.

Wenn ich in diesem Exkurs etwas ausführlicher geworden bin, als es der nächste Zweck dieser Arbeit erfordert, so hat dies darin seinen Grund, dass ich nichts versäumen wollte, was zur Aufklärung der so überaus wichtigen Grundbegriffe dienen konnte.

5. Theorie der Bewegung eines Gewichtes durch einen elastischen Faden.

Nachdem wir uns nunmehr von der Sicherheit des Bodens, den die Weber'sche Theorie abgibt, überzeugt haben, können wir auf demselben die theoretische Betrachtung der oben mitgetheilten Versuchsreihen unternehmen, um zu sehen, welche Schlüsse sich daraus über die elastischen Eigenschaften des Muskels entwickeln lassen.

In unsern Versuchen ist die Zusammenziehung in der That zu betrachten als die eines Körpers von konstanter Elasticität, da wir ja den Tetanus erst vollständig zur Entwickelung bringen, ehe wir die Zusammenziehung beginnen lassen. Allerdings ist der tetanisirte Muskel bekanntlich nicht von so konstanter Elasticität und Form wie eine Metallfeder. Ich habe das in meinen eigenen Versuchen oft gesehen, und jeder, der sich mit derartigen beschäftigt hat, wird es bemerkt haben, dass manchmal der Tetanus noch Sekundenlang im Zunehmen begriffen ist, manchmal sofort nach der Entwickelung abnimmt. Bei einem Muskel, welcher sich so verhält, macht es natürlich in Versuchen unserer Art einen grossen Unterschied, in welchem Augenblick man das Rähmchen loslässt; bei zunehmendem Tetanus bekommt man einen um so höheren Wurf, je später man loslässt; bei abnehmendem einen um so kleineren. Diese Erscheinungen sind für sich ein interessanter Gegenstand der Untersuchung, aber hier müssen sie bei Seite gelassen werden; wir müssen unsere Erörterungen auf solche Fälle beschränken, wo der Tetanus wenigstens während der kurzen Versuchsdauer hinlänglich konstant bleibt, um den tetanisirten Muskel als einen Körper ansehen zu dürfen, der eine während der ganzen Versuchsreihe konstante natürliche Form und Elasticität besitzt. Dass übrigens solche Fälle wirklich vorkommen, ergibt sich am sichersten aus den Versuchsreihen selbst.

Wir haben nun, um unsere Versuche mit der Theorie zu vergleichen, folgendes Problem zu lösen: Ein elastischer Faden d. h. ein Körper, der nur Zug nicht Druck ausüben kann, ist verbunden mit einer um eine feste Axe drehbaren Masse (das Myographionrähmchen mit Last), deren Schwerpunkt ausserhalb der Axe liegt. Im Anfangsaugenblicke (dem Augenblicke, wo der Elektromagnet das Rähmchen loslässt) ist die

Masse in Ruhe, aber in einer solchen Lage, dass das Moment des Zuges des gedehnten elastischen Fadens grösser ist, als das Moment der Schwere in entgegengesetztem Sinne. Die Masse muss sich also mit dem am Faden angeknüpften Theile aufwärts drehen. Es ist die Lage der Masse als Funktion der Zeit zu bestimmen. Natürlich ist das erste Erforderniss für die Lösung dieses Problemes, dass man das Gesetz kenne, nach welchem bei dem elastischen Faden die Spannung mit der Dehnung wächst, damit man wisse, mit welcher Kraft er an der Masse in jeder bestimmten Lage derselben zieht. Uebrigens ist die schliessliche Lösung nur dann in einem geschlossenen Ausdrucke darstellbar, wenn die Spannung der Dehnung proportional gesetzt wird, und ausserdem noch einige einschränkende Bedingungen erfüllt sind, nämlich die, dass der Faden immer annähernd in derselben Richtung zieht, und dass überall keine sehr grosse Ausschlagswinkel vorkommen. Die Lösung besteht in zwei Gleichungen, die eine gilt so lange die Masse so tief steht, dass der Faden noch über seine natürliche Länge gedehnt ist. So wie die Masse höher hinauf kommt, schwingt sie nach dem Gesetze eines der Schwere allein unterworfenen Pendels, denn der Faden hat alsdann keine Spannung mehr, und wirkt nicht mehr auf die Masse.

Ich kann es übrigens unterlassen, die vollständige Lösung des so vereinfachten Problemes mitzutheilen, da hier für uns nur eine theilweise Lösung Interesse hat. Indem wir nämlich in den Versuchen auf die Zeit gar keine Rücksicht genommen haben, können wir auch aus den theoretischen Entwickelungen die Zeit ganz fortlassen, und uns auf die Frage beschränken, wie hoch muss die Masse unter bestimmten Bedingungen steigen. Wir können dabei von der Masse des Rähmchens selbst ganz abstrahiren, da diese, wie früher bemerkt wurde, aequilibrirt war, wir haben es bloss zu thun mit dem auf die Wagschale gelegten Gewichte, das dem Zuge des Fadens genau entgegen wirkte, indem derselbe, wie aus der Beschreibung unserer Versuchsbedingungen erhellt, immer nahezu senkrecht aufwärts ging. Das aequilibrirte Rähmchen hat nur auf die Zeit Einfluss, welche zur Bewegung gebraucht wird; die Steighöhe hängt nicht davon ab.

Die Steighöhe des Gewichtes zu bestimmen, ist nun eine sehr einfache Aufgabe, die in jedem Falle gelöst werden kann. Es gilt nämlich einfach die Höhe des Gewichtes zu finden, auf welcher die Geschwindigkeit desselben gleich Null ist. Dies kann aber nur in dem Punkte der Bahn stattfinden, wo die im ganzen auf die Masse des Gewichtes verwandte Arbeit gleich Null ist, wo also die beim Steigen geleistete negative Arbeit der Schwere gleich ist der dabei geleisteten positiven Arbeit des elastischen Fadens. Die Höhe, welche dieser Gleichung genügt, ist die gesuchte Steighöhe des Gewichtes.

Die Arbeit des Fadens ist nun $\int s\,dl$, wenn wir mit l die variabele Höhe des Gewichtes über seiner Anfangslage bezeichnen und mit s die variabele Spannung des Fadens, welche offenbar lediglich Funktion von l ist da ja l nichts anderes ist als die Differenz zwischen der ursprünglichen Dehnung des Fadens und der in dem betrachteten Augenblicke stattfindenden. Bezeichnen wir die anfängliche Dehnung des Fadens mit λ_0 (ausgedrückt in der gewöhnlichen Längeneinheit z. B. dem Millimeter, nicht etwa in Bruchtheilen der natürlichen Länge), so ist $\int_0^{\lambda_0} s\,dl$ die ganze Arbeit, welche der Faden bei seiner Zusammenziehung von der ursprünglichen Dehnung bis zu dem Augenblicke, wo er gar nicht mehr gedehnt ist, leistet. Dies ist eine bloss von λ_0 abhängige Grösse, die wir also bei konstantem λ_0 (konstanter Anfangsspannung), als Konstante ein für alle Mal berechnen können und mit A bezeichnen wollen.

Andererseits ist die negative Arbeit der Schwere, wenn das Gewicht P auf die Höhe H gestiegen ist, einfach $P \times H$. Wir müssen nun für die numerische Auswerthung zwei Fälle unterscheiden. Sowie $P > \frac{A}{\lambda_0}$ oder $P\lambda_0 > A$ ist, so kann die ganze Steighöhe H nicht einmal so gross als λ_0 sein. Es muss alsdann, schon ehe die Höhe erreicht ist, bei welcher der Faden seine natürliche Länge hat, ein Punkt kommen, für welchen die negative Arbeit der Schwere der bis zu diesem Punkte geleisteten positiven Arbeit des Fadens gleich ist, die letztere ist aber offenbar $\int_0^H s\,dl$, dies wäre also gleich zu setzen $P \times H$ und aus der Gleichung $\int_0^H s\,dl = P \times H$ wäre H zu bestimmen. Auf der so bestimmten Höhe H wird alsdann das Gewicht zur Ruhe kommen, und wenn es nicht unterstützt wird, wieder herunter sinken.

Ist dagegen $P < \frac{A}{\lambda_0}$ oder $P \times \lambda_0 < A$, dann tritt vor Erreichung der Höhe λ_0 offenbar kein Punkt ein, wo die negative Arbeit der Schwere der positiven Arbeit des Fadens gleich kommt. Das Gewicht wird also die Höhe λ_0 zunächst erreichen. Von diesem Punkte an hört aber die positive Arbeit des Fadens auf, dagegen dauert die negative Arbeit der Schwere noch fort, wenn das Gewicht mit der auf der Höhe λ_0 erlangten Geschwindigkeit weiter steigt, und es dauert eben dies Steigen so lange bis $P \times H = \int_0^{\lambda_0} s\,dl = A$ geworden ist.

Für Fälle dieser letzteren Art, wo $P < \frac{A}{\lambda_0}$ fordert also die Theorie eine Steighöhe H einfach $= \frac{A}{P}$ oder eine dem Gewicht P umgekehrte proportionale Steighöhe und es wäre in allen solchen Fällen, vorausgesetzt dass wir immer von derselben Anfangsdehnung λ_0 ausgehen, immer am Ende des Wurfes dieselbe Arbeit A geleistet. Fassen wir das Ergebniss für beide Arten von Fällen in Worten zusammen: Wenn wir einen elastischen Faden immer von derselben Anfangsspannung aus mit verschiedenen Lasten (welche selbstverständlich alle kleiner sein müssen als die Anfangsspannung) sich selbst überlassen, so bringt seine Zusammenziehung Lasten, die unter einer gewissen Grenze $\left(\frac{A}{\lambda_0}\right)$ liegen, auf Höhen, welche den Lasten umgekehrt proportional sind. Lasten aber, welche über dieser Grenze liegen, bringt die Zusammenziehung nicht so hoch, als der umgekehrten Proportionalität entspricht. Die Zusammenziehung leistet also an allen Lasten unter jener Grenze d i e s e l b e Arbeit (A). An Lasten über jener Grenze aber weniger Arbeit, und zwar um so weniger, je grösser die Last ist.

6. Vergleichsversuche mit leblosen elastischen Körpern.

Das Resultat des vorhergehenden Abschnittes ist abgeleitet unter der Annahme, dass die Elasticität des Fadens eine vollkommene ist, d. h., dass zur Verschiebung der Moleküle desselben selbst bei der Zusammenziehung keine Arbeit verbraucht wird. Wir wollen nun zunächst sehen, wie bei einigen leblosen elastischen Körpern die Resultate des Versuches zu denen der Rechnung stimmen. Ich habe solche Versuche angestellt mit Spiralfedern von Messingdraht und Kautschukstücken theils in Form von Röhren, theils in Form von Streifen. Eine Spiralfeder entspricht für sich nicht unserer Definition eines elastischen Fadens, denn sie kann ebensowohl Druck als Zug ausüben, allein es ist leicht die Feder an unserem Apparate lediglich durch Zug d. h. wie einen Faden wirken zu machen, man braucht sie eben nur unter Vermittelung eines biegsamen Fadens an dem Rähmchen zu befestigen. Die Versuche sind ganz ähnlich angestellt wie mit dem Muskel, das Rähmchen wird in der Lage vom Elektromagnet gehalten, in welcher die Feder um ein gewisses Stück (λ_0) gedehnt ist, nun wird das betreffende Gewicht auf die Wagschale gelegt und der Elektromagnet unmagnetisch gemacht, worauf das Rähmchen aufgeworfen wird und die Zeichenspitze schreibt ihre Bahn auf die bewusste Platte, auch hier wird

nach Herstellung des Gleichgewichtes die Platte ein wenig verschoben, um die Gleichgewichtshöhe hernach messen zu können.

Nachstehende Tabelle giebt eine Versuchsreihe an einer Messingfeder ganz in der Weise, wie oben die Versuchsreihen am Muskel gegeben sind; auch hier ist nicht die Höhe des Gewichtes selbst, sondern die Höhe des Zeichenstiftes über seiner Anfangslage in den Rubriken h und H aufgeführt. Man kann aber die Höhe des Zeichenstiftes geradezu für die Höhe des Gewichtes nehmen, wenn man sich letztere in einer anderen Einheit ausgedrückt denkt.

Nr. V Messingfeder.

Nro.	Last P	h	H		H×P	
			beobach.	berechn.	beobach.	berechn.
1	2	48	—	—	—	—
2	12	38	105	116	1260	1400
3	22	28	60	64	1320	1400
4	32	20	40	43	1280	1376
5	42	11	22.7	25	953	1050
6	52	3	5.7	7	296	364

Nr. VI. Messingfeder, jede beobachtete Zahl h ist das Mittel aus zwei Versuchen.

Nro.	P	h	H		H×P	
			beobach.	berechn.	beobach.	berechn.
1	5	36.5	—	—	—	—
2	20	29	82	92.1	1640	1843
3	30	26	56	60.7	1680	1843
4	40	21	42	46	1680	1843
5	50	17.5	34	36.8	1700	1840
6	60	14	28	29	1680	1740
7	70	10	20	21	1400	1470
8	80	6.5	13	13	1040	1040
9	90	2.5	5	5.5	450	495

Die Berechnung der Wurfhöhe H und der theoretisch zu leistenden Arbeit für jeden Werth von P macht sich in diesen Fällen höchst einfach. Man sieht es nämlich den Zahlwerthen für h schon an und bemerkt es noch deutlicher, wenn man die Reihen graphisch darstellt, dass für unsere Messingfedern die Dehnungskurve eine gerade Linie ist, oder dass die Dehnungen den Belastungen proportional wachsen. Nun habe ich durch graphische Interpolation erstens den Punkt bestimmt, wo das Gewicht Null (oder eigentlich die Zeichenspitze bei Belastung Null) hätte stehen müssen, wenn es an

der Feder im Gleichgewicht gehängt hätte, d. h. wenn eben die Feder gar nicht gedehnt gewesen wäre. Aus direkten Versuchen lässt sich dieser Punkt begreiflicherweise nicht gut bestimmen. Die Höhe dieses Punktes über der in allen Versuchen einer Reihe gleichen Anfangslage nenne ich λ_0. Sie misst also die jedesmal zu Anfang des Hubes statthabende Dehnung der Feder. Ebenso kann man durch graphische Interpolation die zu dieser Anfangsdehnung gehörige Anfangsspannung finden. Sie ist die Abscisse des Durchschnittspunktes der Dehnungskurve mit der Abscissenaxe, in welcher ja die angehängten Lasten, d. h. die Spannungen aufgetragen sind. Diese der Ordinate $h = o$ entsprechende Abscisse oder, was dasselbe sagt, die der Dehnung λ_0 entsprechende Anfangsspannung bezeichne ich mit P_0.

Da die Dehnungskurve eine gerade Linie ist, also wenn die variabele Dehnung l genannt wird $s = P_0 \frac{\lambda_0 - h}{\lambda_0}$ ist, so ist die ganze Arbeit, welche die Feder bei der Zusammenziehung bis zur natürlichen Länge leisten kann oder $\int_0^{\lambda_0} s\, dl$ gemessen durch den rechtwinkelig dreieckigen Flächenraum, dessen eine Kathete P_0, dessen andere Kathete λ_0 ist, also $= \frac{1}{2} P_0 \lambda_0 = A$. Für die Fälle der zweiten Art $(H < \lambda_0)$ hat man die Arbeit $\int_0^H s\, dl = P_0 H - \frac{1}{2} \frac{P_0}{\lambda_0} H^2$ und es findet sich also die Steighöhe H für die Belastung P aus der Gleichung $P \times H = P_0 H - \frac{1}{2} \frac{P_0}{\lambda_0} H^2$ oder $P = P_0 - \frac{1}{2} \frac{P_0}{\lambda_0} H$ das heisst $H = 2\lambda_0 \frac{P_0 - P}{P_0}$.

Für die erste der fraglichen Versuchsreihen (Nr. V) ergab nun die graphische Interpolation $\lambda_0 = 50$; $P_0 = 56$ also $A = \frac{1}{2} \lambda_0 P_0 = 1400$. Für die zweite Versuchsreihe (Nr. VI) $\lambda_0 = 38$; $P_0 = 97$; $A = 1843$.

Mit Hülfe dieser Werthe wurden die Grössen H und $H \times P$ für jedes P berechnet. Man sieht, dass die beobachteten Werthe sämmtlich hinter den theoretischen Werthen zurückbleiben, zum Theil mag dies daher rühren, dass ein wenig Arbeit zur Ueberwindung der äusseren Widerstände im Apparat verwandt wird, zum andern Theil mag es auch daher rühren, dass die wahre Dehnungskurve ein klein wenig konvex gegen die Abscissenaxe verlauft, was namentlich bei der ersten Versuchsreihe augenfällig ist. Ein Theil der Abweichung ist aber wohl doch aus einem Arbeitsverlust in der Feder selbst zu erklären.

Im Ganzen sind übrigens die Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung so

klein, dass wir der Messingfeder eine ziemlich vollkommene Elasticität zuzuschreiben berechtigt sind.

Ganz anders verhält sich nun schon ein prismatisches Kautschukstück. Es mag genügen eine solche Versuchsreihe anzuführen. Jede Zahl der Tabelle in den Rubriken h und H ist das Mittel aus zwei Versuchen, die in ähnlicher Art wie die Versuche am Muskel geordnet waren, um die Einflüsse der bleibenden Veränderung des Kautschuk möglichst zu eliminiren.

Nr. VII. Kautschukrohr.

Nro.	P	h	H	H×P	E	V
1	10	20	78	780	1145	365
2	20	17	40	800	1145	345
3	30	14.5	26.5	795	1145	350
4	40	11.5	20.5	820	1141	321
5	50	10	17	850	1102	252
6	60	8.5	13.5	810	998	188
7	70	6.5	10.5	735	858	123
8	80	5	8	640	705	65
9	90	3.5	6	540	560	20

Die graphische Interpolation ergiebt für diese Versuchsreihe $\lambda_0 = 23$ und $P_0 = 109$. Die Dehnungskurve zeigt sich zwar merklich konvex gegen die Abscissenaxe, indessen können wir sie doch noch in erster Annäherung als gerade Linie betrachten und die obigen einfachen Formeln anwenden. Um dabei den Fehler nicht zu gross werden zu lassen, können wir in den Rechnungen $\lambda_0 = 21$ statt $= 23$ setzen. Weil hier die wirklich am Gewichte geleistete Arbeit zu sehr hinter der theoretisch geforderten zurückbleibt, habe ich nicht das theoretisch geforderte H berechnet, sondern andere Grössen, die für den vorliegenden Fall mehr Interesse haben. Erstens nämlich die von den elastischen Kräften überhaupt wirklich geleistete Arbeit, die in den Fällen wo H grösser als λ_0 ist, wo also der Faden sich bis zur natürlichen Länge vollständig zusammengezogen hat, nothwendig allemal $= \frac{1}{2} \lambda_0 P_0$ sein muss. Dies gilt von Nr. 1, 2, 3 unserer Tabelle. In den Fällen aber, wo $H < \lambda_0$ ist, hat auch der Faden diese ganze Arbeit nicht wirklich geleistet, denn es sind nur die Spannungen durchlaufen worden, welche für die Höhen o bis H oder für die Dehnungen λ_0 bis $\lambda_0 - H$ stattfinden. Hier ist also die wirkliche Arbeit $\int_0^H s\, dl = P_0 H - \frac{1}{2} P_0 \frac{H^2}{\lambda_0}$ in welcher Formel aber H die wirklich beobachtete Wurfhöhe bedeutet

und nicht eine theoretische Wurfhöhe, welche erst durch Gleichsetzung des Ausdruckes mit $P \times H$ zu finden wäre.

Diese bei der Zusammenziehung von den elastischen Kräften wirklich geleistete Arbeit, die in der Tabelle unter E verzeichnet ist, zeigt sich nun allemal bedeutend grösser als die unter $H \times P$ verzeichnete negative Arbeit der Schwere. Man sieht also, dass ein namhafter Bruchtheil von der Arbeit, welche die elastischen Kräfte leisten, nicht auf die Bewegung der Last verwandt wird. Diesen Rest $(E - H \times P)$, der in der Tabelle unter V verzeichnet ist, können wir die verlorene Arbeit nennen, er wird offenbar verwandt zur Ueberwindung der inneren Widerstände gegen die Zusammenziehung des Kautschukprismas und es muss in demselben jedesfalls eine dieser verlorenen Arbeit aequivalente Wärmemenge frei werden.

Wenn wir die Spalte V der Tabelle überblicken, so sehen wir, dass der Arbeitsverlust um so bedeutender ist, je kleiner die Belastung, und zwar beträgt er nicht nur absolut sondern auch relativ bei kleineren Belastungen mehr als bei grossen. Während er bei 90 Gramm Last weniger als 4% der Gesammtarbeit ausmacht, beträgt er bei 50 Gramm nahezu 23% und bei 10 Gramm gar in runder Zahl 32%. Auf diese Weise kommt es dahin, dass die auf das Gewicht wirklich verwandte Arbeit (siehe die Spalte $H \times P$) bei einer mittleren Belastung (in unserer Versuchsreihe 50 Gramm) ein Maximum ist und dass sie sowohl für kleinere als für grössere Lasten kleiner ausfällt. Bei einem vollkommen elastischen Körper sollte dies nicht der Fall sein. Da sollte vielmehr, wie wir gesehen haben, für alle Belastungen unter einer gewissen Grenze die äussere Arbeit dieselbe sein, gleich dem oben mit A bezeichneten Werthe, und für alle über dieser Grenze liegende Belastungen kleiner. Bei einer Messingfeder fanden wir dies Verhalten auch annäherungsweise realisirt, denn z. B. in Tabelle Nr. VI weichen die ersten Zahlen der Spalte $H \times P$ beob. 1640, 1680, 1700 nur sehr wenig von einander ab.

7. Discussion der Versuche am tetanisirten Muskel.

Wir wollen jetzt in ähnlicher Weise eine Reihe von Muskelkontraktionen unter verschiedener Belastung diskutiren, wie im vorigen Kapitel die Zusammenziehung von Messingfedern und Kautschukbändern. Wir können dazu die obige Reihe Tab. IV a benutzen, die in Fig. 1 graphisch dargestellt ist. Um die Rechnungen ausführen zu können, müssen wir nun vor Allem die Dehnungskurve $(h\, h \ldots)$ des tetanisirten Muskels nach beiden Seiten hin weiter fortsetzen, was freilich leider nur hypothetisch geschehen kann. Nach links habe ich sie bereits in der Figur 1 bis zur Nullordinate ergänzt (das punktirte Stück).

Nach rechts bleibt uns nichts übrig, als sie in der Richtung, welche sie zuletzt hat, gerade weiter gehen zu lassen. Wofern sie nicht gegen ihren Charakter im experimentell zugänglichen Stücke für höhere Spannungen in Wirklichkeit stark konkav nach unten wird, so werden unsere ferneren Betrachtungen durch allfällige Fehlerhaftigkeit der einstweilen gemachten Annahme des geraden Verlaufes nicht in ihrem Werthe beeinträchtigt.

In Fig. 3 habe ich die hypothetisch ergänzte Dehnungskurve noch einmal dargestellt und zwar die Abscissen halb so gross wie in Fig. 1, um der Figur keine gar zu grosse Ausdehnung zu geben. In dieser Zeichnung hat man die von den elastischen Kräften des Muskels geleisteten Arbeitsgrössen in Form von Flächenräumen anschaulich vor sich. Insbesondere ist erstens das Dreieck *o b a* (mit einer krummen Seite) das Mass der Arbeit in denjenigen Versuchen der ersten Art (1,16 und 2,14), in welchen *H* grösser ist als *o a*, denn in ihnen kommen alle Spannungen für die Dehnungen zwischen *o a* und Null zur Wirksamkeit. Für diejenigen Versuche der ersten Art, in denen die Last nicht bis zum Punkte *a* steigt, wird die Arbeit der elastischen Kräfte gemessen durch einen trapezförmigen Flächenraum. Nehmen wir beispielsweise Versuch (6,10) aus Tab. IV, a. Tragen wir die Steighöhe 9^{mm} in Fig. 2 von *o* an auf, so kommen wir zum Punkte *n*; ziehen wir von hier eine Parallele zur Abscissenaxe, so schneidet diese die Dehnungskurve in *q*. Nun ist klar, dass in diesem Versuche bloss die Spannungen von *o b* (zu Anfang der Steigung) bis *nq* (zu Ende der Steigung) zur Wirksamkeit gekommen sind. Die kleineren Spannungen von *nq* bis Null kommen dagegen hier nicht zur Wirksamkeit. Die von den elastischen Kräften geleistete Arbeit misst sich also im gegenwärtigen Falle durch den trapezförmigen Raum *o b q n*.

Aehnlich ist es bei den Versuchen der zweiten Art. Nehmen wir zunächst (5,13) als Beispiel. Hier ist die Last über den Punkt *a* hinausgestiegen. Der Muskel hat sich also vollständig zusammengezogen. Diesmal aber nicht von der Dehnung *a o* an, sondern von der Dehnung *a k* an. Bei dieser Dehnung hat er im ruhenden Zustande die Spannung von 30 Gramm, was uns indessen für die Diskussion des Versuches zunächst nichts angeht. Im tetanisirten Zustande hat er aber für die Dehnung *a k* die Spannung *k d* = 220 Gramm), sofern unsere Annahme über die Dehnungskurve, wie ich sie in der Figur dargestellt habe, richtig ist. Es kommen nun in diesem Versuche alle Spannungen von der eben gefundenen *k d* bis Null zur Wirksamkeit; die Arbeit wird also gemessen durch den dreieckigen Raum *k d b q a k*.

Nehmen wir dagegen den Versuch (7,11) aus der Tabelle, so gestaltet sich die Sache wieder anders. Die anfängliche Spannung entsprechend der anfänglichen Dehnung *a l* des

tetanisirten Muskels ist nach unserer Annahme *l e* (247 Gramm). Da nun aber der Muskel sich nicht bis zur natürlichen Länge zusammenzieht, sondern noch um die Grösse *a r* gedehnt bleibt, so kommen nur die Spannungen von *l e* bis *r t* zur Wirksamkeit; *o r* ist nämlich die Steighöhe *H* über die Nulllinie hinauf in dem fraglichen Versuche. Die ganze Arbeit der elastischen Kräfte misst sich also durch den trapezartigen Flächenraum *l e b t r l*.

Die Werthe der soeben erläuterten Grösse, d. h die Gesammtarbeit der elastischen Kräfte, sind nun in den nachfolgenden tabellarischen Zusammenstellungen wieder unter der Ueberschrift *E* aufgeführt. Endlich ist dann auch wieder unter der Ueberschrift *V* die verlorene Arbeit angegeben, d. h. die Differenz zwischen der von den elastischen Kräften geleisteten Arbeit *(E)* und der auf das Gewicht verwandten Arbeit oder mit andern Worten der negativen Arbeit der Schwere ($H \times P$ in den Versuchen der ersten, $(H+T) \times P$ in den Versuchen der zweiten Art). Noch ist das zu der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung zu bemerken, dass jetzt nicht wie auf S. 25 u. 27 die Zahlen unter *H* und $H+T$ die Steighöhe der Schreibspitze, sondern die Steighöhe des Gewichtes in Millimetern geben, und dass auch die sämmtlichen Arbeitsgrössen in Gramm-Millimetern gegeben sind.

Nro. VIII. Versuche der ersten Art.

Nro.	P	H	H×P	E	V	$\frac{V}{E}$
(1,16)	5	24	120	316	196	0.62
(2,14)	10	13	130	316	186	0.59
(4,12)	30	5.6	168	300	132	0.44
(6,10)	50	3.6	180	261	81	0.31
(8)	70	2.8	176	233	57	0.24

Versuche der zweiten Art.

Nro.	P	H+T	(H+T)×P	E	V	$\frac{V}{E}$
(3,15)	10	21.2	212	541	329	0.61
(5,13)	30	14.2	426	930	504	0.54
(7,11)	50	10.2	510	1204	694	0.57
(9)	70	8.8	616	1379	763	0.55

Die Reihe von Versuchen der ersten Art entspricht offenbar genau einer Reihe von Versuchen, wie wir sie an andern elastischen Körpern angestellt haben, z. B. der S. 27

mitgetheilten Reihe am Kautschukrohr. λ_0 ist in unserm gegenwärtigen Versuche 8,8 (oder 22, wenn wir die Zeichenspitze als bewegten Punkt nehmen), P_0 ist = 116 Gramm. Der Muskel geht nämlich in den 5 Versuchen aus von einer Länge, welche seine natürliche Länge im tetanisirten Zustand um 8,8^{mm} übertrifft, für welche derselbe eine Spannung von 116 Gramm hat. Er wirft mit dieser Länge anfangend verschiedene Gewichte, die natürlich alle kleiner sein müssen als 116 Gramm, in die Höhe. Zur Berechnung von E konnten jedoch hier nicht die einfachen Formeln verwandt werden, weil die Dehnungskurve zu stark von der geraden Linie abweicht. Ich habe deshalb die Dehnungskurve in grossem Maassstabe sorgfältig gezeichnet und die Flächenräume direkt gemessen, welche die Werthe von E darstellen.

Der erste Blick auf unsere Tabelle zeigt nun, dass von den zur Wirksamkeit gekommenen elastischen Spannkräften beim Muskel ein viel kleinerer Theil zur Hebung der Last verwandt wird, als selbst beim Kautschuk. Bei kleinen Lasten geht weit mehr als die Hälfte von der Arbeit für den äusseren Effekt verloren (muss mithin als Wärme frei werden). Bei den höheren Belastungen in der Reihe von Versuchen der ersten Art macht allerdings der Verlust keinen grossen Theil der Gesammtarbeit der elastischen Kräfte aus, allein es wird dabei überall wenig Arbeit geleistet, man sieht leicht, dass die Arbeit bei dieser Versuchsanordnung schon für die Belastung 116 Gramm auf Null herabsinken würde, da ja bei der Dehnung $o\ a$ der tetanisirte Muskel gerade 116 Gramm Spannung ausübt, und mithin diese Last von der Nulllinie $o\ b$ aus nicht heben kann.

In den Versuchen der zweiten Art scheint sich der Arbeitsverlust, sowie die Belastung einigermaassen bedeutend ist, ziemlich konstant auf der Höhe von etwas über 50% der Gesammtarbeit zu halten. Wie es bei ganz hohen Belastungen sein würde, kann aus den bisherigen Versuchen nicht geschlossen werden.

Von der »Arbeit« einer Muskelzusammenziehung, welche Grösse wir bisher allein berücksichtigt haben, ist wohl zu unterscheiden eine andere Grösse, die wir mit dem Worte Nutzeffekt passend bezeichnen können. Weber hat diese zweite Grösse nicht betrachtet; er braucht das Wort Nutzeffekt synonym mit Arbeit der Muskelzusammenziehung. Mir scheint es angemessener das Wort »Nutzeffekt« eben für die Bezeichnung einer anderen Grösse zu verwenden. Man ist offenbar mit dem Sprachgebrauche des gemeinen Lebens am besten im Einklang, wenn man Nutzeffekt denjenigen Effekt einer Muskelzusammenziehung nennt, der dem Subjekte wirklich zur Erreichung seiner Zwecke zu Nutzen kommt. Dies ist aber keineswegs die gesammte bei der Muskelzusammenziehung wirklich geleistete äussere Arbeit. Von ihr muss vielmehr die Arbeit

abgezogen werden, welche es gekostet hat, um den ruhenden Muskel auf die Länge zu dehnen, von welcher aus er bei der Zusammenziehung die wirklich beobachtete Arbeit leisten konnte. Erst der Rest, welcher nach diesem Abzug übrig bleibt, ist der »Nutzeffekt« in unserm Sinne des Wortes. In der That, in dem Stadium der Kontraktion, wo erst so viel Arbeit geleistet ist, als die Anspannung des ruhenden Muskels gekostet hatte, ist noch gar nichts im Sinne der vom Subjekte beabsichtigten schliesslichen Wirkung, noch kein »Nutzeffekt«, geschehen. Jetzt ist vielmehr erst die entgegengesetzte Wirkung äusserer oder vielleicht sogar anderer Muskel-Kräfte rückgängig gemacht und erst die darüber hinaus geleistete Arbeit ist der Nutzeffekt.

Der Unterschied der beiden Begriffe liegt in Fig. 3 anschaulich vor Augen. In Versuch (7.11) z. B. war die wirklich geleistete Arbeit zu messen durch das rechteckige Flächenstück $r\,l\,T\,H$ (Gewicht ($l\,T$) × Höhe ($T\,H$)) 510 Millimetergramm. Um nun aber den ruhenden Muskel vorerst so weit zu dehnen, dass er im ruhenden Zustande 50 Gramm Spannung annahm, muss eine Arbeit in umgekehrtem Sinne angewendet werden, welche gemessen wird durch den dreieckigen Flächenraum $g\,l\,T\,T\,T\,5\,g$, der reducirt auf die Bewegung des Gewichtes (statt der Zeichenspitze) gleich ist 140 Millimetergramm. Es bleibt also in dem fraglichen Versuche als »Nutzeffekt« bloss 370 Mgr. übrig. Die soeben erörterte Arbeitsgrösse, welche die Anspannung des ruhenden Muskels kostet, könnte derselbe natürlich auch im ruhenden Zustande, wie jeder andere Körper von konstanter Elasticität bei geeigneter Entlastung wieder zurückgeben, es bedurfte dazu nicht der Tetanisirung. Um dagegen einen wahren Nutzeffekt zu erzielen, muss der Muskel in einen andern Zustand, eben den erregten, übergehen.

8. Vollständige Ausnutzung der beim Tetanus entwickelten elastischen Kräfte.

Bei Erwägung der durch die zuletzt diskutirte Versuchsreihe erläuterten Thatsache drängt sich uns die Frage auf ob es nicht möglich sein sollte, die beim Tetanisiren des Muskels entwickelten elastischen Spannkräfte besser auszunutzen als es geschieht, wenn der Muskel wie in unseren bisherigen Versuchen einer konstanten Last entgegenarbeitet. Bei dieser Wirkungsart des Muskels sahen wir ja in der That nur eine sehr mangelhafte Ausnutzung der entwickelten elastischen Spannkräfte zu Stande kommen. Ein Mal sahen wir dass von den überall zur Wirksamkeit kommenden elastischen Spannkräften nur ein Theil im besten Falle noch nicht die Hälfte zur Beschleunigung resp. Hebung des Gewichtes verwandt wird wenigstens wenn der Muskel im Ruhezustand mit der angehängten

Last im Gleichgewichte war. Mehr als die Hälfte wird unter dem Einflusse innerer Widerstände in Wärme verwandelt, also nicht ausgenutzt für den Zweck, um dessen Willen der Muskel erregt wird.

Zu diesem ganz direkten Arbeitsverlust kommt aber, wenn wir die Sache vom praktischen Standpunkte aus ansehen, noch ein anderer, den wir bisher nicht berücksichtigt haben. Es werden nämlich, sowie die Belastung eine gewisse Grenze überschreitet, gar nicht die gesammten entwickelten elastischen Spannkräfte aufgebraucht. 50 Gramm z. B. wurden in dem vorhin schon als Beispiel gewählten Versuch von l bis r (Fig. 3) gehoben. Es bleibt also ein Stück Dehnung $= ar$ übrig, und die ihm entsprechenden elastischen Kräfte, zu messen durch die dreieckige Fläche art, kommen überall gar nicht zur Arbeit, sondern bleiben unbenutzt disponibel.

Es fragt sich: sollte es nicht möglich sein, durch Herbeiführung anderer Umstände, unter denen sich der Muskel kontrahirt, es dahin zu bringen, dass auch bei hohen Anfangsspannungen erstens der ganze durch das Tetanisiren entwickelte Vorrath von elastischen Spannkräften erschöpft werde — wirklich arbeitete — und dass zweitens diese ganze Arbeit zur Hebung einer Last verwendet, dass nichts davon zur Ueberwindung innerer Widerstände verbraucht würde? So z. B. entwickelte sich in dem Muskel, welcher zu obiger Versuchsreihe gedient hat, wenn er mit 70 Gramm Last in Ruhe im Gleichgewicht tetanisirt wurde, ein Vorrath von elastischen Spannkräften gleich dem Dreieck $mfbqam$ und es fragt sich, ob wir ihn nicht hätten so arbeiten lassen können, dass schliesslich die negative Arbeit der Schwere diesem Dreiecke gleich gewesen wäre, d. h. eine negative Arbeit von 1483 Millimetergramm, und dass mithin die Arbeit wenigstens der ein Mal entwickelten elastischen Spannkräfte keine Wärme erzeugt hätte.

Um die Realisirung dieser Idee mit einiger Aussicht auf Erfolg zu versuchen, wird man auf eine Einrichtung denken müssen, vermöge deren dem Muskel die Last während des Hubes immer mehr und mehr erleichtert wird, und zwar genau in dem Maasse, in welchem seine Spannung abnimmt. Natürlich muss in jedem Augenblicke des Hubes die Spannung ein klein wenig grösser sein als die Last, damit diese eben gerade gehoben wird und die Kontraktion fortdauert.

Es ist nun nichts leichter, als eine solche Einrichtung herzustellen. Der von mir zum gedachten Zwecke angewandte Apparat ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. B_1 A und C_1 ist ein System von 3 unveränderlich mit einander verbundenen Punkten, das sich bei A um eine zur Ebene der Zeichnung senkrechte Axe drehen kann. Im Punkte C_1 ist ein Gewicht angebracht, dessen Schwere also, wenn AD die wagrechte Richtung

bedeutet, im Sinne der punktirten Linie $C_1 \gamma_1$ abwärts wirkt. Am Punkte B_1 wirkt mittels eines ziemlich langen Fadens die Spannung des Muskels aufwärts nach der Linie $B_1 b_1$ im Sinne der Pfeilspitze. Soll nun bei dieser Lage des Systems dem Gewichte bei C_1 durch die Spannung des Muskels Gleichgewicht gehalten werden, so muss diese letztere im Verhältniss von $A\gamma_1 : A\beta_1$ grösser sein als das Gewicht. Wenn beispielsweise wie in der Figur $\frac{A\gamma_1}{A\beta_1}$ ungefähr = 2,3 ist, so muss die Spannung des Muskels 23 sein, wenn wir das Gewicht 10 nennen. Ist nun die Spannung des Muskels nur um ein Minimum grösser, so dreht sich das System um A im Sinne der Pfeilspitzen bei B_1 und C_1; dabei aber nimmt der Hebelarm des Gewichtes ab und der Hebelarm der Muskelkraft wächst. Es kann also trotz Abnahme der Muskelspannung — wie sie ja bei der Kontraktion erfolgt — doch immerwährend ihr Moment im Uebergewicht bleiben über das Moment des Gewichtes; oder wir können den Sachverhalt auch so ausdrücken: das Gewicht wird im Hube dem Muskel immer leichter. Ist z. B. das System in die Lage $B_2 A C_2$ gekommen, so braucht die Muskelspannung nur noch $\frac{A\gamma_2}{A\beta_2} \times 10$, also ungefähr 6 zu betragen, wenn Gleichgewicht bestehen soll. Ist endlich das System in die Lage $B_3 A C_3$ ($C_3 A$ senkrecht zu $A D$ gedacht), so ist der Hebelarm des Gewichtes Null und der Muskel braucht gar nicht mehr gespannt zu sein, um es oben zu halten. Die schliesslich geleistete Arbeit hat man ohne weiteres, wenn man die Endstellung des Apparates beobachtet. Ist dieselbe z. B. $C_2 A$ gewesen und $C_1 A$ die Anfangsstellung, so braucht man nur $C_1 \gamma_1$ von $C_2 \gamma_2$ abzuziehen und die Differenz mit dem in C angebrachten Gewichte zu multipliziren. Das Produkt ist die Arbeit.

Ein Bedenken hat allerdings diese Einrichtung auf den ersten Blick gegen sich. Die Veränderung der Belastung $P \times \frac{A\gamma}{A\beta}$ des Muskels, wenn P das bei C befestigte Gewicht bedeutet), mit der Erhebung des Punktes B geschieht in dem Apparate nach einem ein für allemal bestimmten Gesetze und es sollte sich verändern nach demjenigen Gesetze, nach welchem sich die Spannung des Muskels bei der Erhebung seines unteren Endes, d. h bei einer Verkürzung ändert. Dies Bedenken ist indessen ohne principielle Bedeutung, wenn man erwägt, dass in der Gleichung, welche jenes Gesetz darstellt, 5 Konstante vorkommen, nämlich die Winkel $D A B_1$ und $D A C_1$, die Längen $A B_1$ und $A C_1$ und das Gewicht P. Ueber diese 5 Konstanten wird man in jedem Falle so verfügen können, dass das sich ergebende spezielle Gesetz für die Aenderung der Belastung des Muskels, so nahe als man nur will, übereinstimmt mit dem im besonderen Falle gültigen Gesetze der Entspannung des tetanisirten Muskels bei seiner Verkürzung.

Ich unterlasse es gleichwohl die Formel hier mitzutheilen, da wir doch nicht in den Fall kommen, dieselbe zur Anwendung zu bringen. In der That müsste man ja das spezielle Dehnungsgesetz mit den numerischen Werthen der Konstanten für den gerade vorliegenden Muskel im tetanisirten Zustande kennen, um den Apparat ihm entsprechend genau einstellen zu können. Dies wäre aber offenbar bei jedem andern Apparate, der denselben Dienst leisten könnte, ganz ebenso der Fall.

Die experimentelle Bestätigung der weiter oben gezogenen Folgerung muss also der Natur der Sache nach auf eigentliche numerische Genauigkeit verzichten und kann nur darauf abzielen, im allgemeinen fest zu stellen, dass der Muskel beträchtlich mehr äussere Arbeit leistet, wenn er eine abnehmende Last hebt, als wenn er von derselben Länge aus einer konstanten Last entgegenwirkt. So möchte ich denn auch meine sogleich mitzutheilenden Versuche der Art angesehen wissen.

Was die Einzelheiten bei der Ausführung der fraglichen Versuche betrifft, so habe ich noch folgendes zu bemerken Erstens wurden sie alle am lebenden Frosche angestellt. In mehreren Fällen stellte ich mit dem betreffenden Muskel zuerst eine Versuchsreihe der vorhin beschriebenen Art an, so jedoch dass der Muskel sich allemal von der Länge aus kontrahirte, bei welcher er im ruhenden Zustande der Last Gleichgewicht hält. Die Versuche wurden sofort in ein bereit gehaltenes Koordinatennetz eingetragen, so dass man die Dehnungskurve des ruhenden und des tetanisirten Muskels in der Weise der Figur 2 vor Augen hatte. Die letztere Dehnungskurve wurde sogleich hypothetisch verlängert, so dass ich eine Idee davon bekam, welche Spannung man etwa dem Muskel im tetanisirten Zustande zutrauen dürfe bei der Länge, von welcher aus ich ihn hernach unter abnehmender Last sich kontrahiren lassen wollte. Dann wurde er an den neuen Apparat gespannt und diesem eine solche Stellung gegeben, dass das Gewicht ungefähr einen jener gefundenen Spannung gleichen Zug ausübte bei der Länge, von welcher die Kontraktion ausgehen sollte, und dass die völlige Kontraktion auf die natürliche Länge des Muskels das Gewicht ungefähr senkrecht über die Drehungsaxe bringen musste. Natürlich war für eine einstweilige Unterstützung des Gewichtes gesorgt, denn es übte ja einen bedeutend grösseren Zug aus, als der Muskel bei der betreffenden Länge im ruhenden Zustande. Andere Male habe ich auch den Muskel zuerst am »Entlastungsapparate« (so will ich den in Rede stehenden Apparat kurz bezeichnen) arbeiten lassen, indem ich denselben, gestützt auf frühere Erfahrungen, an ähnlich grossen Muskeln nach Gutdünken einstellte. Dann wurde mit demselben Muskel hernach noch eine Versuchsreihe am Myographion angestellt, um die Arbeitsgrössen unter beiderlei Umständen zu vergleichen.

Ich will von diesen Versuchsreihen keine in extenso mittheilen, sondern nur ein Paar Zahlen herausgreifen, welche genügen, um die Thatsache, die bewiesen werden soll, ausser Zweifel zu stellen. Eine eigentlich genaue Bestätigung unserer theoretischen Ableitung ist ja aus den schon angeführten Gründen doch nicht möglich. Ein Muskel warf 60 Gramm, die ihm im ruhenden Zustande angehängt waren, beim Tetanisiren und Loslassen vom Elektromagnete 16,8^{mm} hoch. Er leistete also unter diesen Umständen eine Arbeit von 1008 Millimetergramm. Derselbe Muskel hatte vorher im Entlastungsapparate gearbeitet, und zwar hatte er sich auch hier zusammengezogen von der Länge an, bei welcher er im *ruhenden* Zustande eine Spannung von 60 Gramm ausübt. Der Muskel hatte unter diesen Umständen bei verschiedenen Anfangsstellungen des Apparates 100 Gramm auf 13, 16,5, 17 und sogar auf 18^{mm} gehoben, also bis zu 1800 Millimetergramm Arbeit geleistet, eine Grösse, welche nahezu das Doppelte von der an der konstanten Last geleisteten Arbeit (1008) ist. Wahrscheinlich hatte ich noch nicht einmal die allergünstigste Stellung des Entlastungsapparates getroffen, sonst wäre vielleicht eine noch grössere Arbeit geleistet worden.

Ein anderer Muskel hatte 60 Gramm 14^{mm} hoch und 80 Gramm 11^{mm} hoch geworfen. Er hatte also bei der Kontraktion von der Länge aus, auf welche ihn im ruhenden Zustande 60 Gramm dehnen, ($14 \times 60 =$) 840 Millimetergramm und bei Kontraktion von der Länge, auf welche ihn ruhend 80 Gramm dehnen, ($11 \times 80 =$) 880 Millimetergramm Arbeit geleistet. Derselbe Muskel wurde nachher an den Entlastungsapparat gespannt. Hier leistete er von der ersteren Länge an sich kontrahirend in einem Versuche 1500, in einem anderen sogar nahezu 1600 Millimetergramm und bei einer Kontraktion von der Länge aus, auf welche er im ruhenden Zustande durch 80 Gramm gedehnt wird, leistete er 1800 Millimetergramm, welche Arbeit mehr als das Doppelte von der ist, die er bei konstanter Belastung mit 80 Gramm geleistet hatte.

Wir sehen also, dass in der That bei allmählicher Entlastung des Muskels während der Kontraktion die entwickelten elastischen Spannkräfte bedeutend besser ausgenutzt werden, als wenn der Muskel einer konstanten Kraft entgegenwirkt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass durch vollkommen genaue Entlastung nach Maassgabe der Spannungsabnahme, die theoretisch erzeugbare Arbeit wirklich erzeugt werden kann.

9. Anwendung auf Bewegungen des lebenden Menschen.

Angesichts der gewonnenen Thatsachen muss sich uns die Frage aufdrängen, ob nicht

dies Princip der Entlastung des sich kontrahirenden Muskels, das eine so ausserordentlich vortheilhafte Ausnutzung der durch Tetanisirung entwickelten elastischen Spannkräfte gestattet — ob nicht dies Princip bei vielen Bewegungen unseres eigenen Körpers eine wichtige Rolle spielt, mit andern Worten, ob nicht unsere Gelenkmechanismen so beschaffen sind, dass bei den anstrengendsten Bewegungen die Muskeln in der Kontraktion entlastet werden. In der That wäre eine solche Einrichtung der Gelenkmechanismen, respektive eine derartige Benutzung derselben, soviel sich von vorn herein sehen lässt, gerade die zweckmässige, da sie dem Subjekte gestattet, mit einem gewissen Quantum von Muskelsubstanz am meisten äussere Arbeit zu leisten. Zweckmässig aber ist sicher der Organismus eingerichtet. Wir brauchen, seit Darwin das Räthselwort ausgesprochen, auf das sich die Wissenschaft so lange vergeblich besonnen hat, in der Zweckmässigkeit nicht mehr eine wunderbare Zufälligkeit oder die zauberische Wirkung geheimnissvoller Gewalten zu sehen. Wir können vielmehr jetzt dreist sagen, zweckmässig muss die Form der Species sein, denn sonst würden die gleichartigen Vorfahren der bestehenden Individuen schon zweckmässiger eingerichteten Spielarten im Kampfe um's Dasein erlegen sein. Es ist nach unseren Erfahrungen gewiss im höchsten Grade wahrscheinlich, dass solche Thiere, deren Instinkte dahin gehen, nach dem Entlastungsprincipe zu arbeiten, und deren Gelenkmechanismen vielleicht schon in diesem Sinne eingerichtet sind, über andere, welche nicht so arbeiten, einen Vortheil im Kampfe um's Dasein haben werden, und dass sich daher diese Art zu arbeiten, durch die natürliche Zuchtwahl immer mehr und mehr festsetzen und ausbilden werde.

Wenn wir uns nun wirklich ausgeführte Bewegungen des menschlichen Körpers ansehen, so werden wir bald finden, dass sich unsere Vermuthung vielfach bestätigt. Es mag hier genügen, nur eine ebenso wichtige als häufig vorkommende Bewegung, wenn auch nur andeutungsweise, im Sinne unseres Principes zu analysiren — nämlich die des Bergansteigens. Ich will übrigens bei der Analyse von der wagrechten Verschiebung des Schwerpunktes, die beim Ansteigen an einer schrägen Fläche immer mit vorkommt, absehen, weil diese noch Schwierigkeiten in das Problem einführt, deren Lösung hier zu weit führen würde. Wir können alsdann, auch ohne am Wesen der Sache etwas zu ändern, die Bewegung auf beiden Seiten des Körpers symmetrisch ausgeführt denken. Sie reducirt sich damit auf das Erheben aus kauernder Lage zur gerade aufgerichteten Zehenstellung.

In Fig. 5 ist der Körper bei *a b c* in drei aufeinander folgenden Stadien dieser Bewegung skizzirt. Da wir beim Ansteigen an schräger Fläche gemeiniglich nur die Meta-

tarsusköpfchen fest an den Boden anstemmen, so müssen wir bei unserer schematischen Bewegung annehmen, dass der Schwerpunkt des Körpers immer senkrecht über der Verbindungslinie der Metatarsusköpfchen beider Füsse bleibt. Die Profilprojektion des Schwerpunktes ist bei s in der Figur angedeutet. Ich sehe davon ab, dass für die Bewegung im Kniegelenk eigentlich nur der Schwerpunkt des Rumpfes mit den Oberschenkeln in Betracht kommen sollte, und dass der Schwerpunkt selbst bei unserer Bewegung Veränderungen seiner relativen Lage im Körper erleiden muss, da es uns hier doch nur auf einen principiellen Nachweis im Allgemeinen ankommen kann.

Fassen wir nun zunächst die Streckung des Kniegelenkes in's Auge. Seine Drehaxe ist bei K in der Figur angedeutet. Allerdings kann streng genommen beim Kniegelenk nicht von einer Axe die Rede sein, da es kein vollkommener Ginglymus ist, doch liegen die einzelnen instantanen Drehaxen nicht soweit auseinander, dass wir nicht hier in erster Annäherung annehmen durften, sie fielen zusammen. Es ist nun in den Figuren sofort ersichtlich, dass das Moment der Körperschwere in Beziehung auf die Axe des Kniegelenkes rasch abnimmt; der Hebelarm dieses Momentes ist in den Figuren, wie man sieht, die KQ bezeichnete Linie. Diese ist aber in der Stellung A gross, in der Stellung B schon fast Null, in der Stellung C sogar negativ nach der andern Seite gerichtet, d. h. in der Stellung C strebt die Schwere gar nicht mehr das Kniegelenk nach hinten zu drehen. Wie es sich mit der Zugrichtung der extensores cruris verhält und mit dem Hebelarm des Momentes ihrer Spannung, das will ich hier unentschieden lassen. Um die Grosse des letzteren und ihre allfälligen Veränderungen zu beurtheilen, dürfte man die Besonderheiten des Gelenkmechanismus und insbesondere die veränderliche Lage der an schrägen Flächen gleitenden Kniescheibe nicht unberücksichtigt lassen. Indessen würde eine eingehende Betrachtung dieser Dinge die Grenzen dieser mehr andeutenden Analyse überschreiten. Mag dem indessen sein wie ihm wolle, soviel steht wegen der enormen Veränderungen der Länge KQ ganz fest, dass die Spannung der extensores cruris, um der Schwere am Kniegelenk Gleichgewicht zu halten, bei der Stellung A am grössten sein muss, d. h. bei der Stellung, wo sie am meisten gedehnt sind, und dass im weiteren Verlaufe der Bewegung diese Spannung nach Maassgabe der Kontraktion jener Muskeln abnehmen darf, ohne dass darum die Schwere in's Uebergewicht käme. In der Stellung C sind die extensores cruris vollständig entlastet, denn das Moment der Schwere strebt jetzt den Schenkel im Kniegelenk nach vorn zu drehen, und wird durch die Hemmungsapparate dieses Gelenkes aufgewogen.

Wir sehen also, dass die extensores cruris beim Steigen mit Entlastung

arbeiten. Sehen wir nun zu, wie es sich mit den Extensoren des Fusses verhält. Der Hebelarm des Momentes der Schwere am Sprunggelenk bleibt bei der in Rede stehenden Bewegung konstant, so lange der Fuss in wagrechter Lage verbleibt. In der That muss ja der Schwerpunkt des Körpers senkrecht über den Metatarsusköpfchen erhalten werden. In der Figur ist dies sofort zu sehen. Der Durchschnittspunkt der Sprunggelenkaxe mit der Ebene der Zeichnung ist in den drei Figuren mit F bezeichnet und der Fusspunkt des von F auf die durch S gezogene Schwerelinie mit P. Also ist PF der Hebelarm des Momentes der Schwere am Sprunggelenk. Diese Grösse behält aber offenbar denselben Werth, so lange der Fuss dieselbe Lage beibehält, und so lange S in derselben Vertikalen bleibt. In der Zeichnung ist daher unter A und B die Linie PF gleich lang. Sowie dagegen die Ferse steigt, wird PF kürzer, wie auch bei C in der Figur zu sehen ist. Die mittlere Zugrichtung des musculus soleus dürfte nun etwa die Verbindungslinie zwischen Fersenhöcker und Drehpunkt des Kniegelenkes sein. Ziehen wir diese Linie in unseren Stellungen (KE) und fällen darauf aus F das Perpendikel FE, so zeigt sich sofort, dass dies Perpendikel — der Hebelarm der Spannung des Soleus am Sprunggelenk — während unserer Bewegung wächst und zwar gerade am stärksten in den ersten Stadien (von a zu b), wo noch keine Abnahme des Hebelarmes der Schwere (PF) stattfindet. Wir sehen also, dass auch die Spannung des Soleus abnehmen darf, ohne dass die Schwere in's Uebergewicht kommt, indem sowohl der Hebelarm seiner Spannung wächst, als auch der Hebelarm der Schwere abnimmt. Es arbeitet also auch der musc. soleus nach dem Entlastungsprincipe. Freilich ist er am Schluss der Bewegung nicht völlig entlastet wie die extensores cruris.

Wenn wir endlich noch den musculus gastrocnemius ins Auge fassen, der die beiden betrachteten Gelenke überspringt, so drängen sich uns einige Bemerkungen auf, die ich nicht unterdrücken möchte, obwohl sie einstweilen noch hypothetischer Natur sind. Es ist nämlich erstens klar: wenn während unserer ganzen Bewegung die gastrocnemii mit den extensoribus cruris gleichzeitig im Tetanus sind, so fällt das Moment der Spannung der ersteren am Kniegelenk den letzteren mit zur Last, d. h. diese müssen nicht nur so stark gespannt sein, um das Moment der Schwere am Kniegelenk zu überwinden, sondern so stark, um dies und noch dazu das Moment der Spannung des gastrocnemius zu überwinden, welche beiden Momente in den ersten Phasen unserer Bewegung ja im selben Sinne zu drehen streben. Nun wäre dies freilich doch nicht verlorene Arbeit — wie es auf den ersten Anblick scheinen könnte. — Indem nämlich die exstensores cruris dem Gastrocnemius am Kniegelenk entgegenarbeiten, verhindern sie ihn an der Verkürzung und

mithin an der Entspannung. Sie befähigen ihn also mit um so grösserer Kraft am Sprunggelenke zu arbeiten. Ein eigentlicher Arbeitsverlust würde also auch unter dieser Annahme nicht eintreten, gleichwohl aber wäre noch eine andere Annahme denkbar, die, wie mir scheint, eine noch weit sparsamere Verwendung der Muskelkraft bedingen würde. Denken wir uns nämlich vermöge eines angewöhnten Nervenmechanismus würden bei unserer Bewegung anfangs bloss die extens. cruris und der soleus tetanisirt. Die einen verrichten am Kniegelenk, die anderen am Fussgelenk ihre Arbeit unabhängig von einander. Den extens. cruris fällt jetzt allerdings auch eine Spannung des gastrocnemius zur Last, allein bloss die geringe, welche er bei der betreffenden Länge im ruhenden Zustande ausübt. Die extens. cruris werden also jetzt einen (kleinen) Theil ihrer Arbeit zu verwenden haben zur Dehnung des ruhenden gastrocnemius. Dieser Theil ihrer Arbeit wird aber nun nicht einfach, sondern gleichsam multiplicirt, wieder hergegeben bei der nachfolgenden Tetanisirung des gastrocnemius; denn wir sahen ja weiter oben, dass der gedehnte Muskel beim Tetanisiren mehr Arbeit leistet, und werden bald sehen, dass er auch mehr Nutzeffekt liefert, als wenn er bei geringerer Dehnung tetanisirt wird. Vielleicht sind ähnliche Verhältnisse auch für andere Muskeln, die 2 Gelenke überspringen, von Wichtigkeit und könnten überhaupt diese merkwürdige Einrichtung dadurch in ein neues Licht setzen.

Es ist hierbei noch ein Punkt zu beachten, der auch leicht durch Beobachtung bestätigt werden kann. Wenn beim Erheben auf die Zehen das Kniegelenk einmal vollständig ausgestreckt ist, so fällt offenbar die jetzt gewiss sehr namhafte Spannung des gastrocnemius den extens. cruris nicht zur Last. Man kann sich am eigenen Körper leicht überzeugen durch die vollkommene Beweglichkeit der Patella in der Zehenstellung. Sie zeigt, dass die extensores cruris so gut wie gar nicht gespannt sind. Dieser Sachverhalt kann einerseits darin seinen Grund haben, dass die Schwere in der gedachten Stellung (siehe Fig. 4, c), die Schenkel im Kniegelenk nach vorn zu drehen strebt und dass also ihr Moment das entgegengesetzte Moment der Gastrocnemiusspannung aequilibriren konnte. Vielleicht spielt aber hier auch eine besondere Gelenkenrichtung eine Rolle, nämlich die von Meyer besonders betonte Schlussrotation bei der Streckung. Sie ist zwar auch schon von Weber (Mechanik der Gehwerkzeuge) beobachtet, aber von ihm mehr als ein Theil der stätigen Bewegungen aufgefasst worden. Die mehr knickartige Schlussrotation nach Meyers Auffassung könnte nun vielleicht wie eine Art von Einhaken wirken, die es rein flektirenden Kräften ohne rotatorische Komponente nicht erlaubte, die Flexion einzuleiten. Freilich müsste dann eben erst noch bewiesen werden, dass dem Zuge des gastrocnemius die erforderliche rotatorische Komponente gänzlich fehlt

Noch eine Frage kann ich mir nicht versagen hier aufzuwerfen, obwohl ich zu ihrer Beantwortung für's erste gar nichts beizubringen weiss. Schon bei der ersten oberflächlichsten Durchmusterung unserer Muskelmechanismen vom Standpunkte meines Entlastungsprincipes fiel es mir auf, dass gerade die beiden Mechanismen, welche am meisten unausgesetzt thätig sind, nicht nach diesem Principe arbeiten, namentlich das Herz- und das Zwerchfell. In der That scheint nach den schönen Versuchen Marey's und Chauveau's der hydrostatische Druck im Herzen bis zur Vollendung der Systole in der Regel zu wachsen und wenigstens nie um namhafte Beträge abzunehmen. Nun kann allerdings die Wand des Herzens bei um so geringerer Spannung einem bestimmten Drucke im Inneren Gleichgewicht halten, je konvexer sie wird, d. h. je kleiner der Herzraum ist, indessen dürfte dieser Umstand schwerlich genügen, um eine Entspannung der Herzmuskelfasern im Verhältniss ihrer Verkürzung zu ergeben, immerhin ist hier noch ein Anhalt für das Entlastungsprincip. Gänzlich fehlt er aber beim Zwerchfell. Hier steigt einerseits der Drucküberschuss in der Bauchhöhle über den in der Brusthöhle entschieden mit der Zusammenziehung des Zwerchfelles, und dessen Wölbung nimmt gleichzeitig ab, so dass es also noch grösserer Spannung bedarf um jenem Drucküberschuss Gleichgewicht zu halten. Dass beim Herzen die Arbeit nicht durch Tetanus, den wir bisher allein im Auge gehabt haben, sondern durch einzelne Zuckungen geleistet wird, scheint mir auch kein Ausweg zu sein, denn auch bei solchem ist wahrscheinlich das Entlastungsprincip von Vortheil. Ich kann darüber zwar keine direkten Versuche beibringen, indessen dürfte sich dies aus den im weiteren Verlaufe dieser Untersuchung mitgetheilten Versuchen über einzelne Zuckungen von selbst ergeben. Wir kommen also wohl nicht über den Satz hinweg, dass bei den zwei allerwichtigsten Bewegungen im thierischen Körper eine verhältnissmässig sehr unvollkommene Ausnutzung der entwickelten elastischen Spannkräfte der Muskeln stattfindet. Ich für meinen Theil halte es nun für undenkbar, dass die Mechanismen der Athem- und Blutbewegung nicht vollkommen zweckmässig eingerichtet wären, und halte es daher für mehr als wahrscheinlich, dass bei der Einrichtung dieser Mechanismen mit dem Nachtheil mangelhafter Ausnutzung der elastischen Muskelkräfte irgend ein grösserer Vortheil erkauft worden ist; aber welcher? das ist die Frage, die ich noch aufwerfen wollte.

Dieser Exkurs über einige wirkliche Bewegungen der Muskeln des menschlichen Körpers, so flüchtig er auch war, wird hoffentlich genügen, zu zeigen, dass unser Entlastungsprincip der descriptiven Anatomie manche neue Probleme stellen dürfte. Ich sollte meinen, dass vom Gesichtspunkte dieses Principes manche Muskel- und Gelenkmechanismen in ein neues Licht treten müssten.

10. Grenze des Nutzeffektes bei einer Tetanisirung.

Kehren wir zurück zu unserem eigentlichen Thema der Muskelfaser für sich ohne Rücksicht auf die Umstände, unter denen sie sich in diesem oder jenem Mechanismus befindet. Wir sahen die Arbeit, welche der Muskel (namentlich, wenn seine elastischen Kräfte nach dem Entlastungsprincipe gehörig ausgenutzt werden) bei seiner Zusammenziehung leisten kann, wachsen mit der Länge, von welcher an er sich kontrahirt oder, da diese Länge Funktion der Spannung ist, welche er bei derselben ausübt, können wir auch sagen, wir sahen die mögliche Arbeit des Muskels wachsen mit der Spannung, welche er im ersten Augenblicke der Kontraktion ausübt. Wir sehen aber mit derselben Grösse nicht bloss die mögliche Arbeit, sondern auch den möglicherweise zu erzielenden Nutzeffekt wachsen. In der That ist ja diese Grösse gemessen durch das Flächenstück, welches zu Grenzen hat das Stück der Nullordinate zwischen den beiden Dehnungskurven, das Stück einer wagrechten Geraden in der Höhe der Anfangsdehnung zwischen den beiden Kurven und die betreffenden Stücke der beiden Kurven selbst, so wäre z. B. der möglicherweise zu erzielende Nutzeffekt bei der Zusammenziehung von der Länge an, auf welche der ruhende Muskel durch 50 Gramm gedehnt wird für den Muskel, dessen Dehnungskurven in Fig. 2 dargestellt sind, zu messen durch das Flächentsück *gTTTedcbag*. Dies Flächenstück ist aber, soweit wir die Dehnungskurven verfolgt haben, um so grösser, je grösser die anfängliche Dehnung ist. Wir können uns nun fragen, ob das Wachsthum dieser Grössen vielleicht schliesslich eine in der Natur der Sache begründete endliche Grenze findet, oder ob es immer weiter geht bis ihm die bleibende Aenderung etwa Zerreissen oder dergleichen ein in den kontinuirlichen, gesetzlichen Verlauf der Erscheinungen nicht wohl einzureihendes Ziel setzt. Diese letztere Grenze, die selbstverständlich praktisch in jedem Falle gegeben sein muss, hat kein Interesse für die Erforschung derjenigen inneren Vorgänge in der Muskelfaser, auf welche es hier abgesehen ist. Wenn sich aber zeigen sollte, dass schon im stetigen gesetzmässigen Verlaufe der Erscheinungen eine bestimmte Grenze gegeben wäre, so würde das gewiss von Interesse sein, namentlich auch die numerische Bestimmung der Grenze; selbst wenn man etwa sagen könnte, von einem Gramm Muskelsubstanz kann man bei einmaligem Tetanisiren allerhöchstens so und so viel Meterkilogramm Arbeit, resp. so und so viel Nutzeffekt erzielen.

Die ganze Antwort auf unsere Frage liegt principiell genommen schon in den Versuchen Webers, jedoch nicht etwa in dem Satze, den er ausdrücklich ausgesprochen hat, dass nämlich die Muskelarbeit mit der Belastung wachse bis zu einer gewissen Grenze, und darüber hinaus wieder abnehme Dieser Satz bezieht sich ja auf die Arbeit, welche

der Muskel faktisch nach Aussen leistet, wenn er einer konstanten Kraft entgegenwirkt, und selbst von dieser ist nur ein Theil in Rechnung gezogen, wie weiter oben auseinander gesetzt ist, indem die Wurfarbeit ausser Acht gelassen ist. Wir haben hier eine ganz andere Grösse im Auge, nämlich die ganze Summe der disponibel werdenden elastischen Spannkräfte, welche auch wirklich in äussere Arbeit (an der Schwere fremder Massen) verwandelt werden kann, wenn der Muskel einer nach Maassgabe seiner Verkürzung abnehmenden Kraft entgegenwirkt. Aber eben auch diese Grösse lässt sich aus Weber's Versuchen ableiten und es stellen sich dabei sehr bemerkenswerthe Ergebnisse heraus.

Um die Sache in's gehörige Licht zu setzen, wollen wir uns zunächst einmal die Arbeit ansehen, welche ein Körper von konstanter Elasticität bei seiner Zusammenziehung leisten kann. Sie misst sich — wie schon gezeigt wurde — durch den Flächenraum zwischen der Dehnungskurve (bezogen auf die Spannungen als Abscissen) einer in der Höhe der Anfangsdehnung zur Abscissenaxe parallelen Geraden und dem betreffenden Stück Ordinatenaxe. So würde z. B. der ruhende Muskel unter Voraussetzung der in Fig. 3 gezeichneten Dehnungskurve von der Anfangsspannung 70 Gramm aus eine Arbeit leisten können, entsprechend dem Flächenraum *g m T T T T g*. Diese Arbeit kann leicht wirklich zur Erscheinung gebracht werden an einem Entlastungsapparate, sei es von der beschriebenen Form, sei es von anderer, die demselben Zwecke entspricht. Diese Arbeit hat offenbar keine in der Natur der Sache gegründete Grenze. Die Spannung wächst stetig mit der Dehnung, so lange nicht Störungen in der Beschaffenheit des Körpers auftreten. Der dreieckige Flächenraum wächst somit theoretisch mit der Anfangsspannung in infinitum. Hier kann übrigens auch gar nicht von Nutzeffekt die Rede sein, denn der elastische Körper gibt bei seiner Zusammenziehung nur die Arbeit wieder aus, die an ihm als solche bei der vorhergegangenen Dehnung verrichtet werden musste. Es wird nicht eine Form der Kraft, welche vorräthig da ist, in eine andere Form — die der mechanischen Arbeit — verwandelt, in welcher sie gebraucht werden soll, wie dies beim Muskel geschieht, wo chemische Spannkraft in Arbeit verwandelt wird*). Der Muskel

---

*) Ich möchte diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, um eine irrige Meinung zu bekämpfen, die sich in der physiologischen Litteratur festzusetzen droht. Sie geht dahin, dass die chemischen Spannkräfte im Muskel — wie etwa in der Dampfmaschine — zunächst in Wärme und dann erst in Arbeit verwandelt würden. Der Vergleich des Muskels mit der Dampfmaschine ist selbstverständlich zutreffend, soweit durch denselben nur die Anwendung des Principes der Erhaltung der Kraft auf den Muskel anschaulich gemacht werden soll. In diesem Sinne ist der Vergleich lehrreich und fruchtbar. Er scheint aber manche

also gibt, wenn er tetanisirt wird, nicht einfach die Arbeit wieder, welche seine Dehnung im ruhenden Zustande gekostet hat; er verwandelt sich nach unserer Auffassung, die, wie gezeigt wurde, keine bestreitbare Theorie, sondern eben nur eine Auffassung des Thatbestandes ist, — er verwandelt sich durch das Tetanisiren in einen elastischen Körper von anderer Form und Elasticität; um also die mögliche Arbeit zu bestimmen, haben wir nichts Anderes nöthig, als an die Stelle der Dehnungskurve des ruhenden die Dehnungskurve des thätigen Muskels zu setzen. Wir haben mithin als Maass der Arbeit bei Zusammenziehung des tetanisirten Muskels den dreieckigen Flächenraum zwischen der Dehnungskurve des tetanisirten Muskels einer in der Höhe der Anfangsdehnung zur Abscissenaxe parallel gezogenen Geraden und dem betreffenden Stück Ordinatenaxe, wie dies früher schon entwickelt wurde. Da die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels nun wohl ohne Zweifel wie die jedes andern elastischen Körpers sich in inf. von der Ordinatenaxe entfernt, so

zu dem erwähnten Irrthum verleitet zu haben, z. B. selbst Heidenhain hält es wenigstens für möglich (Siehe seine Abhandlung über mechanische Leistung etc. Seite 182), dass „die gesammte lebendige Kraft zunächst als Wärme auftreten und dann je nach Umständen ein grösserer oder geringerer Theil derselben in Arbeit verwandelt werden" könnte. Dies ist aber unmöglich, das lässt sich nach den allgemeinsten Grundsätzen der mechanischen Wärmetheorie apodiktisch behaupten. Clausius hat nämlich ganz allgemein bewiesen, dass bei keinem Processe in der Welt das, was er als eine negative Verwandlung bezeichnet, und dazu gehört Verwandlung von Wärme in Arbeit, geschehen könne, ohne dass zugleich eine mindestens aequivalente positive Verwandlung (Disgregationsvermehrung, Uebergang von Wärme aus einem warmen in einen kalten Körper) geschähe. Von irgend welcher erheblichen Disgregationsvermehrung kann aber bei der Muskelaktion selbstverständlich keine Rede sein. Eine allfällige Verwandlung aus Wärme in Arbeit könnte also nur durch einen positiven Wärmefall „kompensirt" sein, d. h. durch einen Uebergang von Wärme aus einem wärmeren in einen kälteren Körper. Ueber diesen Wärmefall gibt aber der von Clausius aufgestellte zweite Grundsatz der mechanischen Wärmetheorie quantitativen Aufschluss. Wenn nämlich eine Wärmemenge Q bei der absoluten Temperatur T in Arbeit verwandelt werden soll (ohne dass eine Disgregationsvermehrung statt hat), so muss eine Wärmemenge Q_1 aus einem wärmeren Körper von der Temperatur T_1 zu einem kälteren von der Temperatur T_2 übergeführt werden, so dass $\frac{Q_1}{T_2} - \frac{Q_1}{T_1}$ grösser oder mindestens gleich $\frac{Q}{T}$ ist. Wir wissen nun aus den Betrachtungen von Helmholtz, dass etwa ein Fünftel der verbrauchten chemischen Spannkräfte im menschlichen Körper in Arbeit verwandelt werden kann und nur $^4/_5$ davon als Wärme auf andere Körper übertragen wird. Wäre also der thierische Körper eine thermodynamische Maschine, so müsste der Ungleichung $\frac{4\,Q}{T_2} - \frac{4\,Q}{T_1} \geqq \frac{Q}{T}$ Genüge geschehen können. Den Grössen T und T_1 können wir aber allerhöchstens den Werth (273 + 40°) geben und T_2 dürfte daher höchstens den Werth 250 haben, d. h. die nach aussen abgegebene Wärme müsste bei der Verwandlung des andern Theiles der Wärme in Arbeit übergehen, auf einen Körper, dessen Temperatur allerhöchstens — 23° wäre. Dies ist aber absurd und wir müssen daher schliessen: Die Arbeit entsteht im Muskel nicht aus Wärme, es müssen vielmehr die chemischen Spannkräfte durch Vermittelung anderer (vielleicht elektrischer) Processe in Arbeit umgesetzt werden.

wird auch die Arbeit bei Zusammenziehung des tetanisirten Muskels mit der anfänglichen Dehnung in inf. wachsen. Anders aber könnte es sich mit dem Nutzeffekt verhalten, d. h. mit dem Theile der Arbeit, welcher durch den Akt des Tetanisirens aus chemischer Spannkraft erzeugt wird, und den wir, wie schon weiter oben gezeigt ist, finden, wenn wir von der ganzen Arbeit der Zusammenziehung des tetanisirten Muskels diejenige Arbeit abziehen, welche die Dehnung des ruhenden Muskels gekostet hat, und welche selbstverständlich der Muskel im ruhenden Zustande ohne erhöhten Verbrauch von Brennmaterial auch wieder geben könnte. Dieser Nutzeffekt könnte sich möglicherweise einer endlichen Grenze nähern. Ja es könnte auf den ersten Blick sogar scheinen, als ob dies unbedingt nothwendig wäre, aus Gründen, die in der allgemeinsten Natur der Sache lägen. Es könnte nämlich scheinen, als wäre folgendes Raisonnement zulässig: Wenn der Muskel bei unendlicher Belastung einen unendlichen Nutzeffekt lieferte, so wäre durch einen endlichen Aufwand von chemischer Spannkraft, wie er eben nöthig ist, um den Muskel für ein Mal in Tetanus zu versetzen, eine unendliche Arbeit erzeugt. Dies würde aber ein Trugschluss sein, denn um den ganzen Nutzeffekt wirklich zu erzielen, muss der Muskel nicht nur in den tetanisirten Zustand versetzt werden, sondern er muss auch so lange darin erhalten werden, wie eben die wirkliche Zusammenziehung dauert. Eine unendliche Zusammenziehung von unendlicher Dehnung an, würde aber offenbar eine unendliche Zeit dauern, und mithin auch einen unendlichen Aufwand an chemischer Spannkraft erfordern.

Wir sehen also, ob der Nutzeffekt möglicherweise theoretisch in infinitum wächst oder ob er sich bei immer wachsender Anfangsspannung einer endlichen Grenze asymptotisch nähert, resp. vielleicht gar ein Maximum hat, nach dessen Erreichung er wieder abnimmt, das lässt sich a priori nicht ausmachen, darüber kann nur die Erfahrung entscheiden. Es kommt einfach darauf an, wie die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels liegt in Beziehung zu der des ruhenden. Nach dem bisher Auseinandergesetzten wird man leicht einsehen: 1° Wenn sich die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels bis in infinitum in endlichem Abstande über der des ruhenden hält, dann wächst der Nutzeffekt mit wachsender Anfangsspannung in infinitum. 2° Wenn sich die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels der des ruhenden asymptotisch nähert, dann nähert sich auch der Nutzeffekt mit wachsender Anfangsspannung asymptotisch einer bestimmten endlichen Grenze. 3° Wenn die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels die des ruhenden schneidet, dann wächst der Nutzeffekt bis zu einem gewissen Maximum und nimmt bei weiter zunehmender Anfangsdehnung wieder ab. Welcher von diesen drei möglichen

Fällen im normalen Muskel verwirklicht ist, muss durch den Versuch entschieden werden. Die Weber'schen Versuche scheinen nun im Sinne des dritten Falles zu entscheiden. In der That sah Weber bekanntlich in einigen Versuchsreihen grosse Belastungen, die sich mit dem ruhenden Muskel in Gleichgewicht gesetzt hatten, bei der Tetanisirung sinken. Das heisst aber mit andern Worten: Es gibt gewisse hohe Belastungen, für welche der tetanisirte Muskel länger ist als der ruhende, und da er für kleine Belastungen kürzer ist als der ruhende, so muss die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels die des ruhenden schneiden. Beiläufig mag hier ausdrücklich gesagt sein, dass in einem solchen Falle mit sehr grosser Anfangsspannung keineswegs etwa der tetanisirte Muskel ausser Stande wäre, Arbeit zu leisten, oder Nutzeffekt zu liefern. Freilich, wenn die Last, welche ihn ruhend auf die betreffende Länge gedehnt hatte, an ihm hängen bleibt, so leistet er keine Arbeit, weil er sich dann eben überall nicht kontrahirt. Wenn man aber für geeignete Entlastung sorgte, so würde er sich kontrahiren und mehr Arbeit leisten als bei irgendwelcher kleineren Anfangsspannung. Jedoch würde der Nutzeffekt kleiner sein als für einen gewissen kleineren Werth der Anfangsspannung. In der That sei beispielsweise *ab* in Fig. 6 die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels, sie schneide bei *e* die Dehnungskurve *(cd)* des ruhenden. Denken wir uns jetzt den Muskel ruhend gedehnt um das Stück *ck*, wozu der Voraussetzung noch eine Last (oder Spannung) *kg* gehören würde. Wenn wir alsdann unter dieser konstant bleibenden Belastung den Muskel tetanisiren, so würde er sich um ein weiteres Stück *gi* ausdehnen, statt sich zu kontrahiren. Er würde also, statt Arbeit zu leisten, vielmehr der Schwere Gelegenheit geben, an ihm zu arbeiten und der Effekt wäre statt eines Nutzeffektes *sit venia verbo* ein Schadeffekt. Wenn wir aber derartige Veranstaltungen träfen (und solche sind gewiss möglich), dass die am Muskel wirkende Gegenkraft im Momente der Tetanisirung von *kg* auf *kf* herabgemindert würde und dann ferner stetig abnähme nach Maassgabe der Verkürzung, dann würde der Muskel sich vollständig zusammenziehen und dabei eine dem Flächenraum *akf* entsprechende Arbeit leisten. Die Anschauung ergibt auch sofort, dass sie eben, wie behauptet wurde, grösser wäre als bei irgend einem kleineren Werthe der Anfangsdehnung. Der Nutzeffekt wäre dagegen in unserem Falle $= akf - cgk = (ahe + hefk) - (ceh + hefk + efg)$ $= (ahe - ceh) - efa < ahe - ceh$, d. h. kleiner als der Nutzeffekt bei der Anfangsdehnung *ch* im ruhenden, resp. *ah* im tetanisirten Zustande, bei welcher Anfangsdehnung das **Maximum** des Nutzeffektes erzielt würde unter der Annahme, dass sich eben die beiden Dehnungskurven im Punkte *e* schnitten.

Ich glaube nicht, dass wir uns bei den Weber'schen Versuchen ohne Weiteres

beruhigen und es als allgemeines Gesetz schon hinstellen können, dass die beiden Dehnungskurven des Muskels im Allgemeinen einander schneiden und mithin der Nutzeffekt ein Maximum hat. Weber sagt ausdrücklich, und es zeigt sich beim Ueberschauen seiner Versuchsreihen sofort, dass er das in Rede stehende seltsame Phänomen nur bei grosser Ermüdung des Muskels gesehen hat. Wir können es daher recht wohl für eine Eigenheit des ermüdeten Muskels ansehen, die dem frischen Muskel nicht zukommt. Ich habe es daher nicht für überflüssig gehalten, selbst noch Versuche über diesen Punkt anzustellen, die sich von der Weber'schen besonders dadurch unterschieden, dass der Muskel mit dem lebenden Thiere im Zusammenhange stand. Bei andern Froschgastrocnemien hatte ich bereits gesehen, dass bei 500 Gramm Last die beiden Dehnungskurven nicht mehr sehr weit von einander ablagen. Daraus war zu schliessen, dass, wenn überall ein Durchschnittspunkt beider Kurven existirte, derselbe einer Spannung entsprechen müsse, die nicht sehr weit über 500 Gramm liegt. Ich nahm nun einen neuen Gastrocnemius und belastete denselben sogleich ganz frisch mit 1000 Gramm, aber auch bei dieser kolossalen Belastung sah ich bei der Reizung ganz deutlich Verkürzung eintreten, freilich nur eben eine Spur, aber ganz sicher keine Verlängerung. Mit der Belastung noch weiter zu gehen, scheint mir ohne Sinn, denn schon mit 1000 Gramm setzt sich der ruhende Muskel nicht mehr eigentlich recht ins Gleichgewicht. Ich musste den Versuch anstellen, während noch die elastische Nachwirkung im Gange war. Eine noch grössere Last würde sicher den Muskel ganz und gar verändern. Wenn ich nun auch auf meinen Versuch hin kein ganz entscheidendes Wort sprechen kann, so dürfte doch durch denselben höchst wahrscheinlich gemacht sein, dass beim unermüdeten Muskel die beiden Dehnungskurven einander im Bereiche der Spannungen, von denen überall die Rede sein kann, nicht durchschneiden, sondern dass eher die zweite Annahme einer asymptotischen Annäherung die richtige ist, dass mithin der Nutzeffekt nicht ein Maximum, sondern eine asymptotische Grenze hat.

Es wäre ohne Zweifel von Interesse den numerischen Werth der in Rede stehenden Grenze in einzelnen Fällen angeben zu können. Dies mit einiger Genauigkeit zu thun, scheint mir allerdings unmöglich, indessen kann man sich wenigstens eine entfernt angenäherte Vorstellung davon verschaffen. Um nämlich die Grenze genau zu bestimmen, müsste man die beiden Dehnungskurven empirisch genau verzeichnen bis zu den Spannungsgraden, für welche sie eben nicht mehr merklich von einander abstehen. Dies ist aber absolut unmöglich, denn mit den erforderlichen Spannungswerthen lässt sich nicht mehr genau experimentiren. Man muss sich also auf empirische Bestimmung der An-

Endtheile der Dehnungskurven beschränken und muss dieselben nach Gutdünken weiter ziehen, bis sie hinlänglich nahe aneinander kommen, und muss endlich den Flächenraum zwischen beiden Kurven und dem betreffenden Stücke Ordinatenaxe messen. Selbstverständlich kann dies Verfahren nicht zu genauen Resultaten führen, aber es kann uns immerhin von dem gesuchten Werthe der in Rede stehenden Grösse eine Idee geben.

Ich habe nun zunächst einige der Weber'schen Versuchsreihen in der beschriebenen Weise behandelt. Und zwar wählte ich diejenigen aus, in welchen Belastungen vorkommen, die nur noch wenig gehoben werden. Leider konnte ich aus diesem Grunde die Reihe *C*, welche sich übrigens am schönsten graphisch darstellt, nicht brauchen. Von den Reihen *D*, *E*,*) *K*,*L*,*M* wurden die ersten Versuche mit Eliminirung des Ermüdungseinflusses nach Weber's Methode zur Konstruktion der Dehnungskurven benutzt, die bei den höchsten hier vorkommenden Belastungen schon nicht mehr weit auseinander liegen, so dass eine sehr weite hypothetische Verlängerung nicht nöthig ist. Es fällt bei graphischer Darstellung mehrerer von diesen Reihen auf, dass die Dehnungskurve des tetanisirten Muskels bei einem gewissen mittleren Belastungsgrad steiler abzufallen scheint als bei den geringeren und bei den grösseren, so dass sie einen Wendepunkt bekäme. Auch bei der Versuchsreihe *C*, die wie gesagt zu unseren Rechnungen nicht mit benutzt werden konnte, fällt der letzte Punkt der ersten Gruppe ziemlich tief unter den Kurvenzug, welcher sich den vorhergehenden Punkten sehr schön anschliesst. Auch dies deutet auf einen solchen Wendepunkt. In meinen eigenen Versuchsreihen konnte ich etwas derartiges nicht bemerken. Die Ergebnisse dieser Behandlung der Weber'schen Versuchsreihen sind nachstehend tabellarisch zusammengestellt.

	Grenze des Nutzeffekts	Gesammtarbeit	Zur Dehnung des ruhenden Muskels aufgewendete Arbeit
Reihe D	781	971	190
— E	868	1038	170
— K	720	790	70
— L	596	766	170
— M	980	1255	275

Unter Gesammtarbeit ist diejenige verstanden, welche bei einer so hohen Anfangsspannung geleistet werden konnte, dass dabei nahezu die Grenze des Nutzeffektes herauskäme. Für dieselbe Anfangsspannung gilt der Werth, der in der 3. Spalte aufgeführten

*) Ich nehme an, dass in dieser Reihe durch einen Druckfehler die Zahlen 43.5 und 40.1 in Versuch 4 und 5 falsch gestellt sind.

Grösse. Selbstverständlich können die hier berechneten Werthe nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen, daher ich mich zu ihrer Bestimmung auch der allereinfachsten Methode bedient habe.

Ich will nun noch eine eigene Bestimmung derart mittheilen, am Gastrocnemius des lebenden Frosches ausgeführt. Damit der Leser den Grad der Zuverlässigkeit selbst beurtheilen könne, lege ich die ganze Versuchsreihe in graphischer Darstellung vor. Siehe Fig. 7. Die Zahlen an der Grundlinie bedeuten die Lasten in Grammen. Die Punkte *h* geben die Höhen, in welchen die Lasten mit dem tetanisirten, die Punkte *T* die Höhen, wo die Lasten mit dem ruhenden Muskel in Gleichgewicht waren. Die Ordinaten sind im Verhältniss 10 : 4 vergrössert. Ich lege nun durch die empirisch gegebenen Punkte mit möglichst kleinen Abweichungen stetige Kurvenzüge und setze sie über 500 hinaus nach Gutdünken fort. Die untere Kurve ist also die Dehnungskurve des ruhenden Muskels, die obere die des tetanisirten. Man sieht, dass bei etwa 900 Gramm Last die beiden Kurven so nahe aneinander rücken, dass bei weiterer Vergrösserung der Last nicht mehr viel zum Nutzeffekt hinzukommen kann. Nun repräsentirt der Flächenraum *ade* etwa 4820, der Flächenraum *cde* etwa 1360, und daher der Flächenraum *adc* etwa 3460 Millimetergramm. Wir hätten also das Ergebniss: Unser Gastrocnemius kann von der Anfangsspannung 900 Gramm aus, möglicherweise ungefähr 4820 Millimeter-Gramm Arbeit leisten, davon sind 1360 nur zurückgegeben, indem diese Arbeit als solche zur Dehnung des ruhenden Muskels hatte aufgewendet werden müssen. Die übrigen 3460 Millimetergramm sind der Nutzeffekt und zwar ist dies nahezu die Grenze desselben.

Bei Vergleichung meiner Zahlen mit den aus den Weber'schen Versuchsreihen gewonnenen muss es auffallen, dass bei diesen sich ein weit günstigeres Verhältniss zwischen der Gesammtarbeit und dem Nutzeffekt herausstellt als bei jenen. In der Weber'schen Versuchsreihe *E* würde der Grenznutzeffekt über 91 % der Gesammtarbeit im günstigsten Falle betragen, in *D*, *K*, *M* über 80% und in *L* wenigstens nahezu 80%, in meiner Versuchsreihe dagegen nur etwas über 60 %. Vom teleologischen Gesichtspunkte aus ist das günstigste Verhältniss offenbar das wahrscheinlichste und ich glaube in der That, dass in dieser Beziehung die Weber'schen Versuche den Vorzug verdienen. Während nämlich Weber die Standhöhe des unteren Muskelendes ganz direkt maass, waren in meinen Versuchen zwischen Muskel und Rähmchen ziemlich lange Zwischenstücke (die eben zu meinen übrigen Versuchen unentbehrlich waren) ein langer Seidenfaden und Drahtstückchen. Diese können aber nicht als gänzlich undehnbar angesehen werden und es dürften

also die wahren Dehnungskurven in meinem Versuche beide nicht so steil abfallen, wie die in Fig. 7 gezeichneten. Dann würde aber offenbar das Verhältniss zwischen Nutzeffekt und Gesammtarbeit günstiger erscheinen. Da indessen dieser Umstand auf die Bestimmung des Nutzeffektes selbst ohne Einfluss ist, so habe ich es unterlassen noch besondere Versuche nach der Weber'schen Methode anzustellen.

Wir können endlich noch unsere Bestimmungen benutzen, zu ermitteln, wie viel Nutzeffekt von einer Gewichtseinheit Muskelsubstanz bei einer tetanischen Zusammenziehung zu erzielen ist; wir brauchen zu dem Ende nur die gefundene Zahl für den Grenznutzeffekt durch das Gewicht des Muskels zu dividiren, welches in den Weber'schen Versuchsreihen mit angegeben ist und in meinem Versuche etwa 0,789 Gramm betrug. So ergeben sich folgende Zahlenwerthe:

Grenznutzeffekt von 1 Gramm Froschmuskelsubstanz		berechnet aus		
3324	. . . . .	Weber's Versuchsreihe		K
3725	. . . . .	»	»	L
4157	. . . . .	»	»	M
4444	. . . . .	»	»	D
5760	. . . . .	»	»	E
4385	. . . . .	meiner Versuchsreihe		Fig. 7.

Eine vollständige Uebereinstimmung dieser Zahlen war nicht zu erwarten, theils schon, weil zu ihrer Bestimmung stets nur ziemlich unzulängliche Mittel gegeben sind, theils aber auch, weil gewiss die in Rede stehende Grösse nicht unbedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen sein wird, und weil dieselbe von der Ermüdung sicher bedeutend beeinflusst wird. Es ist namentlich in Anbetracht des letzten Umstandes bemerkenswerth, dass der aus meiner Versuchsreihe — in welcher so zu sagen keine Ermüdung stattfand — mit den höchsten Werthen, die sich aus den Weber'schen Versuchsreihen ergeben, sehr nahe übereinkommt.

11. Bemerkungen über den Betrag der chemischen Processe beim Tetanus.

In den sämmtlichen bisher erörterten Versuchen haben wir stets den tetanischen Zustand des Muskels sich vollständig entwickeln lassen, und dann erst demselben gestattet, sich zu verkürzen, und dabei mittels der entwickelten elastischen Spannkräfte Arbeit zu leisten. Dass dies von den Versuchen gilt, in welchen das Myographionrähm-

chen anfangs durch den Elektromagnet festgehalten wurde, ist ohne Weiteres ersichtlich, aber es gilt auch von den Versuchen mit dem Entlastungsapparate. In der That waren ja diese Versuche so eingerichtet, dass der Muskel erst dann den Apparat in Bewegung setzen konnte, wenn seine Spannung so gross war, wie sie ihm im vollständig entwickelten Tetanus bei der Länge zukommt, welche ihm durch Dehnung im ruhenden Zustande wirklich gegeben war. Er konnte also erst nach vollständiger Entwickelung des tetanischen Zustandes anfangen sich zu verkürzen.

Diese Bedingung, welche wir bisher setzten, vereinfacht den Vorgang der Muskelverkürzung offenbar bedeutend, denn sie verwandelt ihn in die Verkürzung eines Körpers von konstanter Elasticität, vorausgesetzt, dass wir berechtigt sind, anzunehmen, der vollständig tetanisirte Muskel sei in der That ein Mal dasselbe Ding als das andere Mal, und seine Spannung hänge eben lediglich von seiner Länge ab, welche letztere Eigenschaft ja einen Körper von konstanter Elasticität ausreichend charakterisirt. Unsere Versuche können daher auch umgekehrt dazu dienen, diese Annahme — welche neuerdings nicht so ganz unbezweifelt dasteht — zu befestigen. Dass im Gleichgewicht die Spannung des tetanisirten Muskels nur Funktion seiner Länge ist, das geht schon zur Genüge aus früheren Versuchen hervor. Nunmehr können wir aber die Ueberzeugung gewinnen, dass auch während einer Bewegung in jedem Augenblicke die Spannung herrscht, welche nach der aus den Gleichgewichtshöhen ermittelten Dehnungskurve der betreffenden Länge zukommt. Hierfür sprechen schon die Versuche, in denen das Gewicht aufgeworfen wird. Fanden wir doch dabei ganz ähnliche Arbeitswerthe, wie wir sie an einem Kautschukprisma fanden, d. h. ein Zurückbleiben der äusseren Arbeit hinter der Arbeit der elastischen Kräfte, um so mehr je kleiner die geworfene Last ist. Direkt beweisend sind aber die Versuche am Entlastungsapparate, in denen die ganze theoretisch geforderte Arbeit wirklich zum Vorschein kommt. Hier hat man also im schliesslichen Effekt die Spannungswerthe, welche den verschiedenen während der Verkürzung vorkommenden Längen zugehören, summirt vor Augen.

Da nun der mechanische Zustand des Muskels offenbar die Folge, oder, wenn man will, der sichtbare Ausdruck der in ihm statthabenden Processe ist, so scheint der Schluss bindend, dass im vollen Tetanus immer dieselben Processe stattfinden müssten, natürlich gleichen Erregbarkeitszustand des Muskels vorausgesetzt. Es scheint mit andern Worten, als ob man schliessen könnte: Jede Sekunde Tetanus kostet einen gewissen Aufwand an verbrennlichen Stoffen, unter welchen äusseren Umständen (Spannung) sich auch der Muskel befinden möge. Wäre dem wirklich so, dann würden meine Versuche

den Resultaten der Heidenhain'schen Untersuchungen über Wärmeentwickelung direkt widersprechen. Heidenhain hat nämlich die merkwürdige Thatsache gefunden, dass der tetanisirte Muskel mehr Wärme entwickelt, wenn man ihn an der Verkürzung hindert, als wenn man ihm dieselbe erlaubt. Ist man nun auch in Untersuchungen so delikater Art stets geneigt, selbst seinen eigenen Augen zu misstrauen, wie vielmehr jeden von Andern ausgesprochenen Satz nur mit grösster Vorsicht anzunehmen, so scheint mir doch gerade dieser Satz Heidenhain's vor der allerstrengsten Prüfung bestehen zu können. Seine Zahlen sprechen so unzweideutig, dass nur die Annahme der allergröbsten Täuschungen uns erlauben würde, den Satz anzuzweifeln.

Bei genauerer Betrachtung widerspricht nun aber die Heidenhain'sche Thatsache keineswegs der hier vertretenen Anschauungsweise. Wenn ich behaupte, der tetanisirte Muskel sei wesentlich stets ein und dasselbe Ding, so ist das selbstverständlich nicht so gemeint, dass an demselben gar nichts mehr variabel wäre. Im Gegentheil beschäftigen wir uns ja schon im ganzen Verlaufe dieser Untersuchung mit zwei variabelen Attributen dieses Dinges, nämlich mit seiner variabelen Länge und seiner variabelen Spannung, aber es ist nur eine dieser Grössen unabhängig variabel, die andere ist Funktion derselben. Und ich behaupte nun weiter: Der ganze Zustand des tetanisirten Muskels ist durch eine einzige unabhängig Variabele bestimmt, alle übrigen Grössen, welche seinen Zustand charakterisiren, sind Funktionen der einen Urvariabelen. Am zweckmässigsten dürfte es sein, die Länge zur Urvariabelen zu wählen. Wir hätten dann zu sagen: der ganze Zustand des tetanisirten Muskels ist Funktion seiner Länge (selbstverständlich so lange das innere Gefüge des Muskels keine Veränderungen durch Ermüdung etc. erlitten hat). Dass in der That die Spannung lediglich Funktion der Länge ist, kann nach dem Vorhergehenden als hinlänglich bewiesen gelten. Zur Charakteristik des Zustandes des tetanisirten Muskels gehört aber offenbar noch eine andere Grösse, die Intensität der in ihm vorgehenden chemischen Processe und der damit zusammenhängenden Wärmeentwickelung. Diese Grösse hat man wohl bis zu Heidenhains Untersuchungen meist für eine Konstante gehalten, aber unsere Anschauungsweise — nämlich die Weber'sche — fordert dies keineswegs. Sie verträgt sich sehr gut mit der Annahme, dass diese Grösse wie die Spannung variabel sei, nur muss sie alsdann ebenfalls wie die Spannung Funktion der Länge sein. Man müsste annehmen, der tetanisirte Muskel hat bei der Länge l_1 die und die bestimmte Spannung s_1, und verbraucht die und die bestimmte Menge Brennmaterial m_1 per Sekunde. Bei einer andern Länge

l_2 hat er die und die bestimmte andere Spannung s_2 und verbraucht die und die bestimmte andere Menge m_2 Brennmaterial per Sekunde.

Um die vollständige Verträglichkeit der Heidenhain'schen Thatsache mit der hier vertretenen Anschauungsweise recht hervortreten zu lassen, sei es mir gestattet, noch einmal auf das oben schon erwähnte Volkmann'sche Beispiel zurückzukommen. Ich lege diesem Beispiel auch noch in anderen Beziehungen Werth bei, sofern ich mich stets — und es dürfte wohl den meisten Physiologen gerade so gehen — durch die bahnbrechenden Entdeckungen du Bois-Reymonds gedrängt fühle, im Muskel geradezu eine elektrodynamische Maschine zu vermuthen. Denken wir uns also eine elastische Drahtspirale, die jederzeit mit einer galvanischen Kette von konstanter elektromotorischer Kraft in Verbindung gesetzt werden kann. Sobald wir die Verbindung herstellen, verwandelt sich die Spirale in einen Körper von anderer natürlicher Länge und von anderer Dehnungskurve, gerade so wie der Muskel beim Tetanisiren. So ohne Weiteres würde nun in diesem Apparate, so lange er geschlossen ist, der Stoffverbrauch resp. die Wärmeentwickelung von der Länge oder der Spannung unabhängig sein. Es würde per Sekunde ein gewisses Maass Zink verbrannt, möchte man die Spirale gedehnt erhalten, oder möchte man sie sich verkürzen lassen, abgesehen von der Zeit, in welche der Akt der Verkürzung selbst fällt und wo durch die Gegeninduktionen der Kettenstrom geschwächt wird. Jetzt denke man sich aber an der Spirale eine Einrichtung angebracht, vermöge deren ihr Leitungswiderstand abhängig wäre von ihrer Länge und zwar so, dass derselbe um so kleiner würde, je länger man sie durch Dehnung macht. Ich überlasse es der Einbildungskraft des Lesers, sich irgend welche Einrichtung zu ersinnen, die das Verlangte leisten könnte. Ohne Zweifel wäre es auf mannigfache Weise zu erreichen. Sofort würde sich aber unser Apparat verhalten, wie sich der Muskel nach Heidenhain's Versuchen wirklich verhält. In der That würde jetzt im geschlossenen Apparate mehr Zink per Sekunde verbrannt, wenn die Spirale lang ist, als wenn sie kurz ist; denn bei grösserer Länge würde ja wegen des geringeren Widerstandes bei gleichbleibenden elektromotorischen Kräften der Strom stärker. In genau derselben Weise würde eine Einrichtung des Apparates wirken, durch welche die elektromotorischen Kräfte mit der Länge der Spirale wüchsen.

Man wird nicht verkennen, dass der Punkt, auf welchem wir im Augenblicke stehen, wohl zum Ausgangspunkte weiterer Betrachtungen über die innere Mechanik der Muskelfaser genommen werden könnte. Ja es liessen sich sogar dazu schon jetzt manche bereits bekannte Thatsachen in diese Betrachtungen mit verweben. Ich denke zunächst

an die von du Bois-Reymond beobachteten Erscheinungen (Siehe Untersuchungen über thier. Elektr. Bd. II a, S. 74 ff.). Er sah den Widerstand eines Froschgastrocnemius bei Reizung seiner Nerven abnehmen, wenn der Muskel an der Gestaltveränderung absolut gehindert war, und zunehmen, wenn er seine Form ein wenig ändern konnte. Du Bois-Reymond selbst gibt der letzteren Thatsache die Deutung, dass die Gestaltveränderung im Sinne einer Mehrung des Widerstandes wirke. Eine Mehrung des specifischen Widerstandes der Substanz ist dadurch aber nicht ausgeschlossen. Wem fallen nicht ferner die Beobachtungen Meissners ein, nach denen die elektromotorische Wirksamkeit des ruhenden Muskels durch Dehnung erhöht wird. Leider besteht freilich zwischen diesen und den Beobachtungen du Bois-Reymonds noch immer, so viel ich weiss, von keiner Seite aufgegebener Widerspruch, und es kann daher einer, dem nicht eigene Untersuchungen hierüber zur Seite stehen, keine Folgerungen daraus ziehen. Ich will mich daher, da ich, überall gegenwärtig, nichts neues Thatsächliches beibringen kann, das in der fraglichen Richtung weiter führt, auf diese Andeutung beschränken.

12. Arbeit bei Zusammenziehung eines Muskels während der Entwickelung des Tetanus.

Wir wollen jetzt übergehen zur Betrachtung der Arbeit des Muskels, wenn er einer konstanten Last entgegenwirkt, und wenn sich der erregte Zustand erst während des Hubes der Last entwickelt. Dies geschieht allemal dann, wenn man eine Last an den ruhenden Muskel anhängt, sie mit diesem in's Gleichgewicht setzen lässt, und nun, ohne weitere Kräfte wirken zu lassen, den Muskel tetanisirt. Hier wird natürlich die Last zu steigen anfangen, sowie der Muskel nur im mindesten seinen Zustand ändert; denn sie war ja mit den Spannkräften des Muskels im ursprünglichen ruhenden Zustande gerade im Gleichgewicht. Die volle Entwickelung des tetanischen Zustandes erfordert nun bekanntlich sehr merkliche Zeiträume, die oft mehr als eine Sekunde betragen. Allerdings ist die Zustandsänderung in den ersten Augenblicken nach der Reizung bedeutend rapider als später, aber momentan ändert sich der Zustand auch anfangs nicht um endliche Differenzen.

Wir haben es also im gegenwärtigen Falle nicht mit einem elastischen Körper von konstanter natürlicher Länge zu thun, sondern mit einem Körper, dessen natürliche Länge und dessen Spannung folglich für irgend eine bestimmte Länge variirt während des Aktes der Zusammenziehung, und zwar ist offenbar in keinem Augenblicke der Entwicke-

lung des Tetanus für irgend eine bestimmte Länge die Spannung so gross, wie sie für dieselbe nach vollständiger Entwickelung des Tetanus sein würde. Die Last erfährt daher, wenn sie während der Entwickelung des Tetanus schon steigt, in keinem Augenblicke eine so grosse Beschleunigung von Seiten der Muskelspannung, als wenn sie erst nach vollständiger Entwickelung des Tetanus zu steigen anfängt. Es kann also im Allgemeinen, unter den jetzt in Rede stehenden Umständen, nicht so viel Arbeit geleistet werden, als unter den vorher betrachteten Bedingungen. Dies findet sich denn auch in der Erfahrung sofort bestätigt. Der Wurf über die Gleichgewichtshöhe hinaus fällt bei einigermaassen grösseren Lasten gänzlich fort und ist auch für die kleinsten Belastungen ganz unbedeutend. Wenn man mit demselben Muskel abwechselnd Versuche der einen und der andern Art anstellt, so bemerkt man öfters, dass die Gleichgewichtshöhe bei frei aufsteigender Last ein wenig grösser ausfällt, als wenn die Verkürzung des Muskels bis zur vollständigen Entwickelung des Tetanus verhindert wird. In solchen Fällen kann es sich ereignen, dass unter jenen Bedingungen faktisch mehr Arbeit geleistet wird, als unter diesen, entgegen unserer theoretischen Forderung. Der Widerspruch ist aber nur ein scheinbarer, denn solche Fälle kommen offenbar darauf hinaus, dass bei gehemmter Verkürzung, wo die höchsten Spannungen einige Zeit andauern, schon während der Reizungsdauer eine merkliche Ermüdung eintritt. Unsere theoretischen Betrachtungen beziehen sich aber auf den unveränderten Muskel. Uebrigens ist die soeben erwähnte Erscheinung keineswegs ganz regelmässig: im Gegentheil sind meist zwischen den Gleichgewichtshöhen bei der einen und andern Art der Zusammenziehung nur Unterschiede wechselndes Sinnes und von der Ordnung, wie sie auch bei Wiederholung desselben Versuches unter ganz gleichen Bedingungen vorkommen.

Wenn man beachtet, wie enorm die Wurfarbeit bei mässiger Belastung dadurch gefördert wird, dass man dem Muskel erst nach vollständiger Entwickelung des Tetanus die Zusammenziehung erlaubt, so liegt wiederum der Gedanke nahe, dass die Natur von diesem Principe Gebrauch macht, wo es auf grosse Wurfarbeit abgesehen ist. Es stellt also auch hier wieder das Studium der Eigenschaften der Muskelfaser der deskriptiven und vergleichenden Anatomie interessante Fragen Erinnern möchte ich hier beispielsweise an den bekannten Käfer, der zwei Leibesringe in flektirter Stellung aneinanderhackt und dann (offenbar nach vollständiger Entwickelung des Tetanus in den Streckmuskeln) losschnellen lässt. Andere schlagende Beispiele sind mir im Augenblicke nicht gegenwärtig jedoch zweifle ich nicht, dass ein genaues Studium der Gelenkmechanismen solche in Fülle bieten würde. Ich will mich nun auch nicht in genauere Analyse der unge-

hemmten tetanischen Kontraktion einlassen, weil alle die Principien, welche dabei anzuwenden wären, auch zur Sprache kommen bei einem Gegenstande, dem wir jetzt unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen, nämlich der Arbeitsleistung durch eine Einzelzuckung. Auch Versuchsreihen über freie tetanische Zusammenziehungen unterlasse ich mitzutheilen, da der Ausdruck der Resultate in Worten ausreichend sein dürfte, um so mehr, als derartige Versuchsreihen wohl fast jeder Physiologe schon selbst angestellt hat.

13. Arbeitsleistung bei einer einzelnen Zuckung.

Bekanntlich hat Helmholtz den zeitlichen Verlauf einer Muskelzuckung zum Gegenstande einer klassischen Untersuchung*) gemacht. Aus den Ergebnissen derselben lassen sich nun bemerkenswerthe Folgerungen über die unter verschiedenen Umständen durch eine Zuckung zu leistende Arbeit ziehen. Die Bestätigung dieser Folgerungen durch den Versuch dürfte schon an sich hinreichendes Interesse bieten. Es wird aber noch dadurch erhöht, dass eben den Folgerungen noch gewisse Annahmen über Eigenschaften der Muskelfaser zu Grunde liegen, die also, wenn sich unsere Folgerungen bestätigen, erwiesen, wenn sie sich nicht bestätigen widerlegt sind.

Wir können das wesentlichste Ergebniss der Helmholtz'schen Untersuchung über den zeitlichen Verlauf der inneren Aenderungen im Muskel, bei momentaner Erregung so formuliren: Die natürliche Länge des Muskels nimmt von einem gewissen Augenblicke an ab, anfangs mit zunehmender, später mit abnehmender Geschwindigkeit und nachdem sie ein Minimum erreicht hat, nimmt sie wieder zu, um ihren ursprünglichen, für den ruhenden Zustand geltenden Werth (wahrscheinlich asymptotisch) wieder zu erreichen. Dieser ganze Process ist in etwa einer Sekunde durchschnittlich vollendet und schon nach Verlauf von etwa ½ Sekunde hat der Muskel schon wieder nahezu seine ursprüngliche Länge. Helmholtz nimmt offenbar noch an, dass der Verlauf dieser inneren Veränderungen genau derselbe bleibt, wenn auch der Muskel verschiedenen äusseren Bedingungen der Belastung etc. unterworfen wird. Diese Annahme ist nun freilich durch Helmholtz's Versuche nicht vollständig bewiesen, indessen spricht doch sehr dafür, dass sich aus seinen graphischen Versuchen und aus seinen Versuchen mit Ueberlastung dem Sinne nach gleiche Schlüsse ziehen lassen, eben der Satz den ich vorstehend formulirt habe.

Wir wollen uns jetzt auch ganz auf den Standpunkt der fraglichen Annahme stellen

*) Müller's Archiv, 1850.

und dann einige Folgerungen ableiten, wie der äussere Verlauf der Zuckung von äusseren Umständen abhängen muss. Der äussere Verlauf der Zuckung oder eigentlich der Bewegung einer am Muskel befestigten Last ist nämlich nicht zu verwechseln mit dem Verlauf der inneren Zustandsänderungen des Muskels. Wenn dieser in zwei Fällen genau derselbe ist, so muss jener gerade verschieden sein, je nach verschiedenen äusseren Umständen. Wie er sich gestalten muss, in dem bestimmten Falle, wo der Muskel eine Last frei hebt, welche im ruhenden Zustande mit ihm im Gleichgewicht war und wo sonst keine träge Masse mit in die Bewegung gezogen wird und wo endlich keine namhaften äusseren Reibungswiderstände vorhanden sind, das hat Helmholtz in der citirten Abhandlung erörtert. Was die unter solchen Umständen bei der Zuckung geleistete Arbeit betrifft, so sieht man leicht, dass sie nicht sehr viel grösser sein kann als das Produkt aus Last und der Höhe, auf welcher sie der Muskel im Gleichgewicht halten könnte, wenn er im Maximum der bei der Erregung vorkommenden Verkürzung dauernd verbliebe. Mit andern Worten, man sieht, dass keine sehr beträchtliche »Wurfarbeit« vorkommen wird. In der That wird ja unter den gedachten Umständen von vorn herein die Last ziemlich ebenso schnell steigen als die natürliche Länge des Muskels abnimmt (stellenweise eilt sogar das steigende Gewicht voraus); die Differenz der natürlichen Länge des Muskels und seiner wirklichen Länge wird also in keinem Augenblicke der Kontraktion bedeutend grösser sein als sie vor der Kontraktion im ruhenden Zustande war. Daher wird auch die Spannung in keinem Augenblicke bedeutend grösser sein als sie vorher war, d. h. sie wird immer dem Gewichte der angehängten Last nahezu gleich sein. Wäre sie diesem stets wirklich genau gleich, so würde die Gesammtsumme der zur Wirksamkeit kommenden elastischen Spannkräfte eben genau gleich sein dem Produkt aus der Last und der Höhe, bis zu welcher es im Gleichgewichte gehoben werden könnte. In Wirklichkeit kann sie nun wie gezeigt wurde nicht sehr viel grösser sein, was auch in der von Helmholtz mitgetheilten Kurve offenbar zutrifft. Ganz anders gestaltet sich schon die Sache, wenn mit der aufzuwerfenden Last noch träge Masse in Verbindung ist, wie es z. B. der Fall ist, wenn der Muskel ein Myographionrähmchen dreht, dessen Masse zu beiden Seiten der Axe vertheilt ist. Wenn hier z. B. 10 Gramm dem Muskel zur Last fallen, so muss weit mehr als die Masse von 10 Grammen in Bewegung gesetzt werden. Die Bewegung wird also bedeutend verzögert werden, oder mit andern Worten der Endpunkt des Muskels kann nicht so schnell steigen, als wenn keine aequilibrirten Massen im Spiele wären. Es wird also in gewissen Stadien der Bewegung die Differenz zwischen der schon sehr verkleinerten natürlichen Länge und der wirklichen Länge bedeu-

tend grösser sein als im ersten Falle. Mithin wird auch in diesen Stadien der Bewegung die Spannung bedeutend grösser sein als sie im ersten Falle jemals wird. Es kommt somit eine viel grössere Summe von elastischen Spannkräften zur Wirksamkeit. Wir haben also zu erwarten, dass im gegenwärtigen Falle mehr äussere Arbeit zum Vorschein kommt, d. h. dass eine bestimmte Last höher aufgeworfen wird, wenn sie mit aequilibrirter träger Masse verbunden ist, als wenn sie allein am Muskel hängt. Natürlich hat diese Steigerung der Arbeit durch träge Masse ihre Grenze. Man sieht nämlich sofort: ist die träge Masse so gross, dass noch keine merkliche Bewegung eingetreten wäre in dem Augenblicke, wo die natürliche Länge des Muskels schon wieder grösser wird, dann kann es dahin kommen, dass das Gewicht gar nicht bedeutend gehoben wird.

Dies wird nun durch den Versuch ganz entschieden bestätigt. Ich habe denselben folgendermaassen angestellt. Der Muskel arbeitete an einem ganz leichten Holzhebel mit Zeichenstift, an welchem noch im Anknüpfungspunkte des Muskels eine Wagschale hing, die verschiedene Gewichte aufnehmen konnte. Die ganze träge Masse dieses Apparates kann als verschwindend klein angesehen werden und wir können annehmen, die Zuckung verlaufe so, als ob nur das spannende Gewicht am Muskel hinge. Der Apparat, ohne Gewicht auf der Schale, spannte den Muskel mit etwa 5 Grammen. Auf derselben Axe war nun für sich drehbar eine selbst schon ziemlich massenhafte Messingscheibe, die dann noch an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten mit je 100 Gramm belastet war, welche sich gegenseitig aequilibrirten. Die Messingscheibe konnte durch eine einfache Manipulation vermittelst eines kleinen Riegels mit dem Holzhebel in Verbindung gesetzt werden. Man konnte also denselben Muskel zucken lassen, abwechselnd bloss mit dem Holzhebel und seiner Belastung, oder so, dass er auch noch die Scheibe mit den 200 Gramm in Bewegung setzen musste. Ich will eine Versuchsreihe derart in graphischer Darstellung mittheilen. Siehe Fig. 8. Die Versuche am Holzhebel allein bilden eine Reihe für sich und ebenso die Versuche, wo die Scheibe mit demselben in Verbindung war. Jede Reihe besteht aus 11 Versuchen, und in jeder folgen sich die Belastungen auf der Wagschale so 0, 5, 10, 15, 20, 25, 20, 15, 10, 5, 0, so dass man je zwei Versuche mit gleicher Last auf die Ermüdungsstufe des 6. Versuches reduciren kann. In der Figur sind übrigens die Originalpunkte angegeben und zwar: die Anfangslage des Zeichenstiftes in Ruhe mit einem wagrechten Strichelchen, die höchste Lage desselben in Bewegung mit einem kleinen Häkchen; die Zeichen links an den Ordinaten beziehen sich auf die ersten, die Zeichen rechts auf die letzten Versuche jeder Reihe. Die Gesammtlast, welche nach dem vorhin bemerkten um 5 Gramm grösser ist als das

Gewichtstück auf der Wagschale, ist an den Ordinaten angeschrieben. Bei A in der Fig. 7 ist die Reihe von Versuchen ohne Scheibe, bei B die Reihe mit Scheibe dargestellt. Die Unterschiede der Wurfhöhen springen sofort in die Augen. Man bemerkt sofort auch noch, dass die Gleichgewichtshöhe um so mehr von der Wurfhöhe übertroffen wird, je kleiner die Last ist, ganz analog, wie wir dies bei den Versuchsreihen mit tetanischer Kontraktion gesehen haben.

Es wird gut sein, ein Bedenken noch ausdrücklich zu zerstreuen, das gegen meine Deduktion des Phanomens, das wir soeben kennen gelernt haben, erhoben werden könnte. Die Zuckung ohne träge Masse verläuft selbstverständlich schneller als mit solcher, und man könnte daher vermuthen, dass bei der Zuckung mit der blossen Last die äusseren Widerstände wegen grösserer Geschwindigkeiten mehr Arbeit aufzehren. Diese Bemerkung ist aber nicht im Stande von den enormen in unseren Versuchsreihen vorkommenden Unterschieden im Entferntesten Rechenschaft zu geben. Vor allen Dingen ist es keineswegs ausgemacht, ob nicht in den Versuchen mit Masse trotzdem grössere Geschwindigkeiten vorkommen als in denen ohne Masse, da in ersteren eben die Last so sehr viel höher gestiegen ist. Da es indessen ziemlich schwierig wäre, die Geschwindigkeiten selbst zu messen, so habe ich einfach dies an sich schwache Bedenken aus dem Wege geräumt, durch Kontrolversuche mit Kautschukstücken und Messingfedern, wo ganz entschieden die Geschwindigkeiten grösser sind, wenn keine träge Masse mitgeht. Hier zeigten sich allerdings, zuweilen jedoch nicht konstant, kleine Unterschiede, allein sie sind verschwindend gegen die in unserer Versuchsreihe beobachteten. Man sieht also, dass in unseren Versuchen, wie sich auch erwarten liess, die äusseren Widerstände unbedeutend sind.

Ich habe übrigens gelegentlich auch noch einen anderen Versuch angestellt, der einerseits das Bedenken wegen der äusseren Widerstände beseitigt und andererseits noch eine positive Stütze für unsere Deduktion abgibt. Der Versuch zeigt die paradoxe Erscheinung, dass die Arbeit der Zuckung durch Vermehrung der äusseren Widerstände gesteigert werden kann. Der Versuch war folgender: Der Muskel war am aequilibrirten Myographionrähmchen befestigt, und auf dessen Wagschale eine kleine Belastung von 2 Gramm aufgelegt. Ich liess nun erst eine Zuckung zeichnen ohne weitere Verunstaltungen; sodann wurde ein Blatt Briefpapier auf das Rähmchen gelegt, wodurch natürlich ein sehr bedeutender Luftwiderstand gesetzt wird. Zu seinem Erstaunen sieht man alsdann das Rähmchen bei der Zuckung bedeutend höher steigen als ohne den ausserordentlichen Widerstand. So paradox diese Erscheinung aussieht, so leicht erklärt sie

sich aus der obigen Betrachtung. Der Luftwiderstand thut hier dasselbe wie die träge Masse. Er hindert die Last mit der Verkürzung gleichen Schritt zu halten und bringt dadurch viel grössere elastische Spannkräfte ins Spiel, wodurch die Aufzehrung lebendiger Kräfte durch den Widerstand weit überwogen wird. Ob der Versuch stets auf den ersten Wurf gelingen wird, kann ich nicht garantiren, denn das Gelingen wird davon abhangen, dass die Masse des Rähmchens und der Widerstand in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen.

Wir können nun unsere Deduktion noch durch eine andere Art von Versuchen bestätigen, zu deren Beschreibung ich jetzt übergehe. Sie sind durchaus analog den oben beschriebenen Versuchen, in denen der Muskel an der Verkürzung gehindert wurde, bis der Tetanus vollständig entwickelt war. Sie sind auch mit demselben Apparate angestellt, an dem nur eine wesentliche Aenderung angebracht werden musste. Die Zeit, welche zwischen dem Reiz und dem Loslassen des Rähmchens verstreicht, darf in diesen Versuchen natürlich überall nur sehr kurz sein; so wie sie etwa eine Sekunde überstiege, so wäre ja der ganze Process im Muskel schon vorüber, ehe sich das Rähmchen heben könnte und es würde ganz liegen bleiben. Ferner ist es nöthig, den sehr kleinen Zeitraum zwischen Reiz und Loslassen sehr genau in der Gewalt zu haben, so dass man ihn bald grösser bald kleiner machen kann. Um diese Zwecke möglichst zu erreichen wurden folgende Anordnungen getroffen. Als Reiz diente ein Oeffnungsinduktionsschlag. Die Oeffnung des primären Stromkreises wurde bewirkt durch das Pendel meines Myographion*). An demselben Pendel war ein Drahtbügel befestigt, dessen Spitzen in zwei Quecksilbergefässe eintauchten, derart dass seine Spitzen beim Schwunge des Pendels an einer bestimmten Stelle die Quecksilberoberfläche verliessen. Durch verschiedene Einstellung des Apparates konnte es dahin gebracht werden, dass früher oder später nach Unterbrechung des inducirenden Stromes das Auftauchen der Drahtbügelspitzen aus dem Quecksilber eintrat. Dies Auftauchen bewirkte nun die Unterbrechung des Stromes, welcher den das Rähmchen festhaltenden Elektromagneten magnetisirt. Man sieht auf diese Weise ist der Zweck erreicht: wir können je nach Belieben diesen oder jenen sehr kleinen Zeitraum verstreichen lassen zwischen dem Reiz des Muskels durch einen Oeffnungsinduktionsschlag und zwischen dem Loslassen des am Muskel befestigten Rähmchens. Ein du Bois'scher Schlüssel in der Leitung der sekundären Spirale des Induktionsapparates gestattete noch die unvermeidlichen Schliessungsschläge vom Muskel abzublenden.

*) Siehe meine medic. Physik 2. Auflage S. 86.

Was ist nach unseren obigen Betrachtungen bei derartigen Versuchen zu erwarten, wenn wir zunächst nur die Zeit zwischen Reiz und Loslassen variiren? Vor allem sieht man, dass, wie schon beiläufig bemerkt wurde, gar kein mechanischer Erfolg, gar keine Hebung der Last erfolgen wird, sowie die gedachte Zeit eine gewisse Grenze überschreitet. Lassen wir nun die Zeit von Versuch zu Versuch abnehmen, so wird sich erst eine kleine Zuckung zeigen müssen, wenn das Loslassen des Rähmchens im Stadium der »sinkenden Energie« erfolgt. Sodann wird die Zuckung zunehmen bis zu einem Maximum. Dies wird nämlich dann zu Stande kommen, wenn das Rähmchen steigt, so lange der Muskel auf dem Höhepunkte seiner Energie sich befindet. Trifft man es gerade so, dass dies in der That möglich ist, d. h. dass der Muskel die ganze Zeit, während welcher er das Rähmchen hebt, merklich auf der höchsten Höhe seiner Energie ist, dann verläuft die Bewegung so, als ob wir es mit einem Körper von konstanter Elasticität und von konstanter natürlicher Länge zu thun hätten.

In Fig. 9 ist nun eine meiner Versuchsreihen mit variabeler Zeit zwischen Reiz und Loslassen dargestellt. Das Myographionrähmchen war aequilibrirt und dann 1 Gramm auf die Wagschale gelegt, so dass der Muskel im ruhenden Zustande mit 1 Gramm gespannt war. Die ausgezogenen Linien sind geradezu die Erhebungshöhen des Zeichenstiftes, also stehen sie zu den Erhebungshöhen des Gewichtes im Verhältniss von 10 zu 4. Zwischen je zwei Versuchen mit thätigem Elektromagnet wurde ein Versuch ohne denselben eingeschaltet, d. h. also eine gewöhnliche Zuckung. Diese sind in den punktirten Linien dargestellt. Man sieht, dass sie alle nahezu gleich hoch sind. Beiläufig bemerkt war die zeitliche Reihenfolge der Versuche diejenige, in welcher sie von rechts nach links nebeneinander folgen. Bei der ersten Zuckung linker Hand, (d. h. also der letzten in zeitlicher Reihenfolge) war die Zeit zwischen Reiz und Loslassen am kürzesten. Sie war offenbar so kurz, dass sich noch kein Einfluss bemerklich machen kann, denn dass die Zuckung eine Spur kleiner ist als die daneben stehende, punktirt-gezeichnete, gewöhnliche Zuckung ist wohl nur zufällig. Bei der zweiten ausgezogenen Zuckung war die Zeit grösser, offenbar grösser als das Stadium der latenten Reizung. Hier ist der Einfluss schon deutlich, die Zuckung überragt die Reihe der gewöhnlichen schon sehr merklich. Noch viel auffallender ist es aber bei der 3. und 4. ausgezogenen Linie. Die 4. dürfte wohl nahezu die Grösse des Maximums darstellen. Macht man die Zeit noch grösser, so nimmt die Zuckung wieder ab, wie die 5., 6. und 7. ausgezogene Linie sehen lässt. Bei noch längerer Zeit als in dem Versuche, den die 7. ausgezogene Linie dar-

stellt, kommt gar keine Erhebung des Zeichenstiftes mehr zu Stande, obwohl man am Muskel selbst die innere Veränderung deutlich wahrnimmt.

Ich theile endlich noch eine Versuchsreihe mit konstanter Zeit und variabeler Belastung mit. Hier war für den betreffenden Muskel vorläufig die Zeit zwischen Reiz und Loslassen ungefähr ermittelt, bei welcher das Maximum des Wurfes eintrat. Die Auslösungsvorrichtungen am Pendel blieben nun in dieser Lage stehen, und es wurde eine Reihe von Zuckungen damit ausgeführt bei verschiedenen Belastungen. Die Reihe ist in Fig. 10 dargestellt. Die Belastungen in Grammen sind an den Ordinaten angeschrieben. Die Punkte *T* sind die Ausgangslagen des Zeichenstiftes reducirt auf dieselbe wagrechte Nulllinie. Die Entfernung von dieser bis zu einem Punkte *T* ist also die Dehnung des ruhenden Muskels bei der betreffenden Belastung, und die ausgezogene Kurve ist die Dehnungskurve des ruhenden Muskels. Die *H* bezeichneten Punkte sind diejenigen, bis zu welchen die Lasten aufgeworfen wurden. Vor jedem Versuche der beschriebenen Art wurde noch einer angestellt, in welchem der Elektromagnet ausser Funktion gesetzt war. Die Höhen, bis zu welchen durch diese Zuckungen die Lasten geworfen wurden, sind mit *h* bezeichnet. Diese Höhen *Th* können nun nicht annähernd als die Gleichgewichtshöhen betrachtet werden, d. h. als diejenigen, auf welchen der Muskel, wenn er dauernd in dem bei der Zuckung erreichten Maximum der Verkürzung verharrte, die Last im Gleichgewicht halten konnte. Wir haben nämlich hier ziemlich viel träge Masse im Spiel, nämlich das ganze aequilibrirte Myographionrahmchen. Es wird also namentlich bei den kleineren Belastungen ein sehr merklicher Wurf nicht ausgeblieben sein. Gleichwohl können wir uns eine angenäherte Vorstellung der Gleichgewichtshöhen und mithin der Dehnungskurve des erregten Muskels auch für diese Versuchsreihe verschaffen. Wir müssen zu dem Ende bedenken, dass der Hub bis ins Gleichgewicht für verschiedene Belastungen, wofern sie nicht gewisse Grenzen übersteigen, nicht sehr verschieden ist. Das machen schon die Tetanusversuche wahrscheinlich. Dass es aber auch für den maximalen Erregungszustand im Verlaufe einer Einzelzuckung gilt, sieht man aus Versuchsreihen, wie die Fig. 8 *A* dargestellte, wo die Hubhöhen des ziemlich masselosen Holzhebels mit einigem Reibungswiderstande wohl sehr nahezu die Gleichgewichtshöhen darstellen dürften. Andererseits wissen wir ebenfalls aus den Tetanusversuchen — und dies Resultat dürfen wir ohne Bedenken übertragen — dass die Differenz zwischen Wurfhöhe und Gleichgewichtshöhe für grössere Belastungen ziemlich klein ist. Wir dürfen daher annehmen, dass die Kurve der Gleichgewichtshöhen oder die Dehnungskurve des Muskels im Zustande der grössten Verkürzung, welche im Verlaufe einer

Zuckung vorkommt, sich ungefähr in der Höhe Th für die Ordinate 50 über der Dehnungskurve des ruhenden Muskels hinzieht. Dieser Annahme entsprechend ist die punktirte Kurve Fig. 10 gezogen. Die vollkommene Analogie der gegenwärtigen Versuchsreihe mit den Versuchsreihen mit gehemmtem Tetanus, z. B. der Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten, springt jetzt deutlich in die Augen. Diese Analogie ist es aber eben, welche unsere theoretischen Deduktionen verlangten. Ihre Voraussetzungen werden also durch die Erfahrung bestätigt.

Eine der Voraussetzungen möchte ich hier noch einmal ausdrücklich hervorheben, die insbesondere gemacht werden muss, wenn eine Versuchsreihe mit gehemmter Zuckung bei gleicher Zeit zwischen Reiz und Loslassen übereinstimmen soll mit einer Versuchsreihe, in welcher der Muskel bis zur vollen Entwickelung des Tetanus an der Verkürzung verhindert wird. Es ist die schon oben erwähnte Voraussetzung, dass der zeitliche Verlauf der wesentlichen inneren Veränderungen während der Zuckung stets derselbe ist, die anfängliche Spannung des ruhenden Muskels mag sein welche sie wolle. Ich unterscheide übrigens hier, und glaube diese Unterscheidung weiter oben gerechtfertigt zu haben, zwischen Veränderung des inneren Zustandes und der Intensität der chemischen Processe. Um keine Zweideutigkeit übrig zu lassen, will ich meinen Satz noch näher formuliren: Im Verlaufe einer Zuckung ist die natürliche Länge des Muskels eine bestimmte Funktion der Zeit, unabhängig, unter welchen äusseren Umständen die Zuckung erfolgt. Zu einer bestimmten Zeit t_1 hat also die natürliche Länge einen bestimmten Werth L_1, und in diesem Augenblicke ist die Spannung eine bestimmte Funktion der variabelen Länge l nämlich $s_1 = f_1\ (l)$, denn es kann ja in diesem Augenblicke der Muskel je nach äusseren Umständen jede beliebige Länge haben. Zu einer bestimmten andern Zeit t_2 hat ebenso die natürliche Länge einen ganz bestimmten andern Werth L_2 und die Spannung s_2 ist wieder eine andere aber ebenfalls bestimmte Funktion der variabelen Länge l nämlich $s_2 = f_2\ (l)$. Da nun die Intensität des chemischen Processes nach den Heidenhain'schen Versuchen nicht allein Funktion der natürlichen, sondern, wie die Spannung, wahrscheinlich auch Funktion der jeweiligen wirklichen Länge ist, so braucht sie nicht immer denselben zeitlichen Verlauf zu nehmen, unabhängig von den äusseren Umständen, unter denen die Kontraktion statt hat. Dass aber die natürliche Länge und resp. der Elasticitätsmodulus nur Funktion der Zeit vom Augenblicke der Reizung an gerechnet ist, das scheint mir durch die vorliegende Versuchsreihe bewiesen, sofern in derselben die Wurfhöhen von der Belastung und Anfangslänge ganz in derselben Art abhangen, wie bei einem Körper von konstanter natürlicher

Länge und von konstanter Elasticität, und sofern andererseits der hier wirkende Körper allemal der zuckende Muskel in einem bestimmten Zeitaugenblicke nach der Reizung war.

Ich verkenne keineswegs, dass die hier mitgetheilten Versuchsreihen über Einzelzuckungen noch nicht so elegant aussehen, wie es wohl zu wünschen und auch wahrscheinlich zu erreichen wäre. Namentlich ist die Bestimmung des Zeitraumes zwischen Reiz und Loslassen des Rähmchens in absolutem Maasse bei meiner Methode kaum ausführbar, daher ich auch gar keine numerischen Werthangaben gemacht, sondern bloss von grösser und kleiner gesprochen habe. Die Unsicherheit dieser Bestimmung liegt nicht an der Unvollkommenheit des Pendelapparates. Obwohl derselbe ziemlich roh ausgeführt ist, glaube ich doch, dass man den Zeitraum zwischen Oeffnung des inducirenden Stromkreises und Auftauchen des Drahtbügels aus dem Quecksilber sicher bis auf ein Tausendtel einer Sekunde würde angeben können. Dies ist aber noch nicht der Zeitraum zwischen Reiz und Loslassen des Rähmchens, da der Magnetismus eines Elektromagnetes nicht in demselben Augenblicke vollständig verschwindet, wo der magnetisirende Strom aufhört. Hier können nun abgesehen von konstanten Fehlern auch kleine Unregelmässigkeiten vorkommen, da die Gleichartigkeit in der Auflagerung des Eisenankers auf dem Magnet nicht absolut gesichert war. Es würde nicht schwierig sein, einen komplicirteren Auslösungsapparat zu ersinnen, der von solchen Fehlern frei wäre. Ferner würde es auch möglich sein, mit anderen Apparaten die Gleichgewichtshöhen bei der Zuckung mit voller Sicherheit zu bestimmen, die in unsern Versuchen eigentlich nur hypothetisch geschätzt sind. Man brauchte nur die Masse der vom Muskel bei der Zuckung bewegten Körper auf ein verschwindend kleines Minimum zu beschränken, indem man namentlich auch noch die Last eines spannenden Gewichtes eliminirte. Dies könnte leicht dadurch geschehen, dass man die Anspannung des Muskels eben nicht durch die Schwere eines Gewichtes, sondern durch eine andere Kraft bewerkstelligte, etwa eine Feder, deren Spannung in den engen Grenzen der in Betracht kommenden Exkursion als konstant angesehen werden dürfte, aber von Versuch zu Versuch um beliebige Differenzen geändert werden könnte.

Dass ich die soeben berührten Lücken meiner Untersuchung nicht sogleich selbst ausgefüllt habe, hat einen sehr einfachen Grund. Da nämlich, wie mir scheint, das, was eigentlich gezeigt werden soll, durch die ausgeführten Versuche im Wesentlichen klar vor Augen gestellt ist, so erlaubten mir die äusserst bescheidenen ökonomischen Mittel meines Laboratoriums nicht zur blossen eleganteren Bestätigung bereits erwiesener Sätze noch besondere kostspielige Apparate anzuschaffen. Sollte ich einmal in die glückliche

Lage kommen, über reichere Mittel zu verfügen, so werde ich nicht versäumen, die jetzt bloss in Aussicht gestellten Bestimmungen wirklich durchzuführen.

14. Bemerkungen über das Verhältniss des Stoffverbrauchs zur Arbeitsleistung.

Zum Schlusse will ich noch eine Frage kurz berühren, die dem Leser wohl schon an verschiedenen Stellen dieser Abhandlung sich aufgedrängt hat. Wir haben im Verlaufe dieser Untersuchung gesehen, dass die bei einer Muskelzusammenziehung, sei sie eine tetanische oder eine Einzel-Zuckung, geleistete Arbeit, sowie der dabei gewonnene Nutzeffekt (der, beiläufig gesagt, bei der Zuckung ebenso zu finden ist, wie bei der tetanischen Kontraktion) sehr variabel sind, je nach den äusseren Umständen, unter welchen die Kontraktion erfolgt. Wir sahen einerseits Arbeit und Nutzeffekt variiren mit der Belastung, welche gehoben wird, und wir sahen namentlich Arbeit und Nutzeffekt dadurch besonders gesteigert, dass der Muskel bis zur vollständigen Entwickelung des erregten Zustandes an der Zusammenziehung entweder g a n z (in den Versuchen mit dem Elektromagnet und im Entlastungsapparate) oder wenigstens t h e i l w e i s e (in den Versuchen mit träger Masse) gehindert wird. Es fragt sich nun, ob diese verschiedenen äusseren Umstände, die so enorme Unterschiede im numerischen Betrage der Muskelarbeit herbei führen, auch entsprechende Unterschiede im Stoffkonsum bedingen? oder ob es so zu sagen »ö k o n o m i s c h« vortheilhafter ist den Muskel in der einen oder in der andern Art arbeiten zu lassen. Der ökonomische Vortheil wäre im Sinne der Technik danach zu bemessen, ein wie grosser Bruchtheil der aufgewendeten chemischen Spannkräfte als äussere mechanische Arbeit erscheint. Dieser Gesichtspunkt ist ja in der That für das thierische Subjekt eben so wichtig, wie für den industriellen Unternehmer. Ein Thier, das bei Verbrennung von 1 Gramm Zucker *m* Kilogrammmeter Arbeit erzeugen kann, ist offenbar im Vortheil gegenüber einem andern, das dabei nur $\frac{1}{2}$ *m* Meterkilogramm erzeugen könnte. Wir haben übrigens hier natürlich die beim lebenden Thiere der Messung nicht direkt zugängliche g e s a m m t e Arbeitserzeugung im Auge, wovon meist wohl der weitaus grösste Theil schon im Körper selbst zurückverwandelt wird und zwar in Wärme. Diese nur zeitweise als solche bestehende mechanische Arbeit, z. B. die des Herzens, kommt gleichwohl den organischen Zwecken zu Gute. Ebenso wird ja auch in der Industrie meistens (z. B. in einer Spinnerei oder bei der Locomotive) der grösste Theil der Arbeit sofort in Wärme zurückverwandelt.

Zur definitiven Beantwortung der aufgeworfenen Frage liefert nun unsere Untersuchung

kein Material. Ich möchte indessen doch noch einige Bemerkungen über die verschiedenen Möglichkeiten anknüpfen, insbesondere, um allfälligen Missverständnissen zu begegnen. Ein solches handgreifliches Missverständniss würde es namentlich sein, wenn man so schliessen wollte: Je mehr man die entwickelten elastischen Spannkräfte zu äusserer Arbeit ausnutzt, desto sparsamer wird auch gearbeitet. Hier läge nämlich stillschweigend die Voraussetzung zu Grunde, dass volle Zusammenziehung des Muskels ein Mal denselben Aufwand von chemischen Spannkräften erforderte, wie das andere Mal. In der That, wenn diese Voraussetzung richtig wäre, so würde allerdings der als missverständlich bezeichnete Schluss richtig sein. Es wurde aber bereits im Verlaufe unserer Untersuchung darauf aufmerksam gemacht, dass zu einer vollen Zusammenziehung des tetanisirten Muskels mehr oder weniger Zeit erforderlich sein kann und folglich ein längeres oder weniger langes Erhalten des Muskels in dem fraglichen Zustande. Jeder Augenblick aber, während dessen der Muskel tetanisirt erhalten wird, kostet Aufwand von chemischen Spannkräften. Die einfachste und auf den ersten Blick bestechendste Annahme, die man hierüber machen könnte, wäre offenbar die, dass unabhängig von den äusseren Umständen in jeder Zeiteinheit während des vollen Tetanus gleichviel Stoff konsumirt würde, und dass überdies noch die Versetzung in den vollen Tetanus ein konstantes Quantum von chemischer Spannkraft erforderte. Wäre diese Voraussetzung richtig, dann wären wir der Beantwortung unserer Frage um ein bedeutendes näher gerückt, hätten freilich in den vorliegenden Versuchen doch noch immer nicht alle nöthigen Bestimmungen, es müssten vielmehr noch Bestimmungen der Zeit hinzukommen, während welcher in den einzelnen Fällen das gemessene Arbeitsquantum geleistet wurde. In den Versuchen, wo erst nach voller Entwickelung des Tetanus die Arbeit anfängt, wäre dann die Beantwortung unserer Frage höchst einfach. Die aufzuwendende Summe von chemischen Spannkräften bestünde nämlich aus zwei Summanden: erstens das Quantum, was dazu gehört, um den Tetanus zu entwickeln; zweitens das Quantum, was dazu gehört, um ihn so lange zu erhalten, als die Arbeit dauert. Auch in den Fällen, wo schon während der Entwickelung des Tetanus Arbeit stattfindet, könnten diese beiden Summanden auftreten, wenn nämlich, was ja auch in solchen Fällen wohl möglich ist, die Arbeit länger dauert, als die volle Entwickelung des Tetanus.

Die dieser Betrachtung zu Grunde liegende einfachste Hypothese ist nun aber nach den schon mehrfach erwähnten Heidenhain'schen Versuchen nicht haltbar. Der Konsum chemischer Spannkräfte per Zeiteinheit ist hiernach, wie wir sahen, auch Funktion der jeweiligen wirklichen Länge. Das deutet aber darauf, dass unter den Umständen, wo am

meisten Arbeit geleistet wird, auch am meisten chemische Spannkraft verbraucht wird, denn es sind durchweg solche Umstände, unter welchen nach vollendeter Entwickelung des Tetanus die bedeutendsten Werthe der Länge (und mithin der Spannung) vorkommen.

Aehnliches wie vom Tetanus wird auch von der Einzelzuckung gelten und ich will für sie meine Betrachtung noch ein wenig präciser durchführen, damit der Gang derselben desto anschaulicher hervortritt. Wir stellen uns also auf den schon vorhin eingenommenen Standpunkt, indem wir uns denken: während der Zuckung ist die natürliche Länge allein Funktion der seit der Reizung verflossenen Zeit. Die Intensität des chemischen Processes aber ist wie die Spannung für jeden anderen Zeitaugenblick, resp. was dasselbe sagt, für jeden andern Werth der natürlichen Länge eine andere (aber stets bestimmte) Funktion der wirklichen Länge l. Wir könnten dies auch dahin ausdrücken, dass die Intensität des chemischen Processes, J wollen wir sie bezeichnen, Funktion zweier Variabeler ist nämlich der Zeit t und der wirklichen Länge l. Wir dürfen mit Gewissheit über die Natur dieser Funktion annehmen, dass ihr Werth mit l zugleich wächst und dürfen vermuthen, dass ihr Werth mit wachsendem t anfangs zu- dann wieder abnimmt. Der ganze Verbrauch von chemischer Spannkraft während der Zuckung kann daher ausgedrückt werden, durch das Integral $\int J\,dt = \int f(t,l)\,dt$ erstreckt über die ganze Dauer der Zuckung. Diese Integration ist für jeden gegebenen Fall ausführbar, sofern in einem solchen l selbst als Funktion der Zeit gegeben sein muss, daher dann unter dem Integralzeichen eine Funktion von t allein steht. Nehmen wir jetzt zunächst an, der gereizte Muskel würde an der Zusammenziehung gänzlich verhindert. Dann wäre also l konstant und J variirte mit t, soweit t in $f(t,l)$ explicit vorkommt. Die Kurve, welche diese Funktion darstellt, würde unserer Annahme gemäss ähnlich verlaufen, wie die Kurve der natürlichen Längen, etwa wie Fig. 11 $a\,e\,b\,c$. Es würde also der Flächenraum $t_0\;a\,e\,b\,c\,d$ den ganzen Aufwand an chemischer Spannkraft darstellen. Machten wir denselben Versuch bei grösserer Länge (und Spannung), so würde wieder l konstant, aber alle Ordinaten der Kurve wären grösser als im vorigen Falle und so der das Integral darstellende Flächenraum grösser, d. h. bei je grösserer Länge man den Muskel reizt und an der Kontraktion hindert, desto mehr Verbrennung findet statt, desto mehr Wärme wird frei. Dies ist der Satz Heidenhain's S. 93 seiner Abhandlung. In allen solchen Fällen ist natürlich die chemische Spannkraft absolut verschwendet, indem gar keine Arbeit geleistet wird. Jetzt wollen wir annehmen, wir hätten die ursprüngliche Länge, für welche die Kurve $a\,b\,c$ gezeichnet ist, machten aber einen Versuch, wie den, welcher die 6. Zuckung in Fig. 9 geliefert hat. Dann wird bis zum Augenblick t_1, wo der Elektromagnet das Muskelende loslässt, die alte Kurve

für J gelten. Von nun an aber wird l kleiner, nähert sich mehr den in den betreffenden Zeitpunkten gültigen Werthen von L, also auch J kleiner und die Kurve verläuft vielleicht wie *a b d e*. Mithin ist der $\int J\,dt$ messende Flächenraum kleiner, als zuvor t_0 *a e l d c* t_0. Lassen wir das Rähmchen schon im Zeitaugenblicke t_2 los, so werden wir das Maximum der Arbeit erhalten, und die Kurve für J wird etwa den Verlauf *a e f c* nehmen. Der Verbrauch von chemischen Spannkräften wird in diesem Falle also kleiner sein als im vorhergehenden und die Arbeit, sowie auch offenbar der Nutzeffekt grösser. Soviel also können wir mit ziemlicher Gewissheit sagen: Handelt es sich bloss um Fälle von gehemmten Zuckungen, bei denen das Loslassen des Muskelendes mit oder nach Erreichung des Höhepunktes der Energie eintritt, so wird um so sparsamer gearbeitet, je mehr gearbeitet wird. Leider sind diese Fälle praktisch am wenigsten wichtig.

Wird nun das Muskelende mit der Belastung noch früher als t_2 losgelassen, immer noch von derselben Anfangslänge aus, dann wird offenbar noch weniger chemische Spannkraft verbraucht, denn die Kurve verläuft jetzt, wenn z. B. die Belastung von vorn herein dem Muskel frei überlassen wird, etwa wie *a g c*, da eben in jedem Augenblicke l und mithin J kleiner ist, als wenn das Muskelende festgehalten würde. Da nun aber auch die Arbeit wieder kleiner wird, so können wir a priori nicht sagen, ob die Arbeit jetzt sparsamer oder verschwenderischer geschieht als beim Maximum der Arbeit für die betreffende Anfangslänge. Geht durch die Veränderung der äusseren Umstände mehr an der Arbeit ab als an dem Verbrauch von chemischer Spannkraft, dann geschieht die Arbeit verschwenderischer, im entgegengesetzten Falle sparsamer, und möglich wäre es, dass sie, sowie das Muskelende nur nicht nach dem Eintritte des Maximums der Energie losgelassen wird, einmal so sparsam wie das andere Mal geschieht. Gerade diese Möglichkeit hat viel Ansprechendes. Es wäre alsdann die teleologische Bedeutung des Heidenhain'schen Satzes, dass der Muskel, er möchte arbeiten unter was auch immer, für normalen äusseren Umständen, stets mit proportionalem Aufwande von chemischen Spannkräften arbeitete. Wie es sich verhält, wenn verschiedene Anfangslängen bei wirklicher Zusammenziehung in Betracht kommen, will ich nicht noch erläutern. Es würde uns das zu sehr ins rein Hypothetische hinaus drängen. Ich denke diese Bemerkungen genügen schon zu zeigen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, namentlich in Verbindung mit den Sätzen Heidenhain's, Aufforderung geben zu neuen Untersuchungen, die uns immer mehr in die Erkenntniss des so räthselhaften Mechanismus der Muskelzusammenziehung einführen müssen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

A

B

Lith. Anstalt v. Wurster, Randegger & Cᵒ in Winterthur

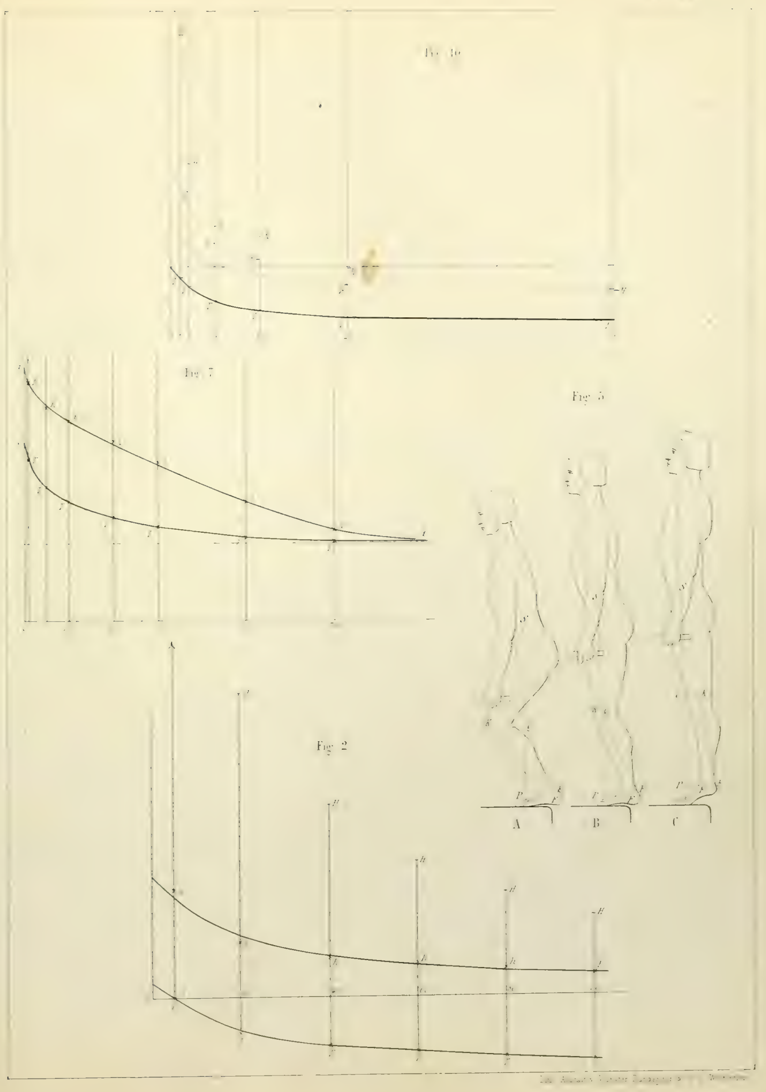


Fig. 10
Fig. 7
Fig. 5
Fig. 2
A
B
C

Ueber die

Verbreitung der Pflanzen

der

alpinen Region der europäischen Alpenkette.

Von

Dr. H. CHRIST in Basel.

I. Einleitung.

Die Pflanzengeographie begnügte sich einige Zeit mit der Erforschung der physikalisch-climatischen Ursachen, welche die Verbreitung der Gewächse bedingen. Erst später wandte man sich mehr den historischen, geologischen Gründen zu (causes antérieures à l'état actuel DC. f.), welche hier mitwirkten. Die arctisch-alpine Flora wurde bei den Untersuchungen letzterer Art ganz besonders in's Auge gefasst. Ihre Beziehung zu den neuesten Veränderungen der europäischen Landoberfläche (der Vergletscherung und darauf folgenden Erwärmung), ihre beschränkte Artenzahl, ihre auffallende räumliche Ausdehnung und andere Gründe erklären diese besondere Aufmerksamkeit hinlänglich. Es wird daher nicht ohne Nutzen sein, eine Tabelle mitzutheilen, welche eine möglichst vollständige und eingehende Uebersicht der Verbreitung dieser Flora gewährt.

1) Was zuerst die Auswahl der für diese Tabelle geeigneten Arten betrifft, so boten sich schon hier namhafte Schwierigkeiten. Es wäre ungemein instructiver gewesen, die Verbreitung sämmtlicher alpiner Pflanzen, nicht nur der Alpenkette, sondern auch der übrigen Gebirge im weitesten Umkreis nebst dem nordischen Gebiet graphisch darzustellen; ja, eine auch die gesammte Ebenenflor umfassende Arbeit würde wohl erst rechtes Licht in das Ganze gebracht haben. Allein dazu reichte die Zeit und auch das Material nicht hin. Wir beschränkten uns auf die alpinen Arten der eigentlichen Alpenkette: vom Ventoux und dem Col di Tenda an bis nach dem Karst und Niederöstreich.

2) Aber welche innerhalb des Alpengebiets vorkommende Arten waren aufzunehmen? Nur die als alpine, im Gegensatz zur Tieflands- und niedrigern Bergvegetation unzweifelhaft charakterisirte Flora, die als solche ein scharf abgesondertes Reich, analog dem polaren bildet. Gerade diese Auswahl nun ist der relativste, schwierigste Theil der Arbeit, und abweichende Ansichten über mehrere, wohl auch viele Arten unserer Liste, können nicht fehlen: der Eine wird gewisse Species vermissen, die er für alpine hält, und der Andre wird Arten als blos montane bezeichnen, die wir als alpine aufnehmen. So führt Bolle in seiner Dissertation de veget. alpina in Germania extra Alpes obvia 1846 als alpine Arten 275 auf, von denen wir nur 187 eingereiht haben.

Leitendes Kriterium für uns war: welche Pflanze in der Alpenkette über der Zone des Waldwuchses ihr Maximum des Vorkommens hat, die ist als alpine zuzulassen. Die Arten der untern Zone dagegen nicht (z. B. Saponaria ocymoides, Arabis auriculata, Mathiola varia, Asperula hexaphylla, etc.), selbst wenn sie nur oder vorwiegend der Alpenkette eigen, also alpin in anderm Sinne wären. Da wir hiebei auf unsre eigene, blos die westliche Hälfte der Alpen umfassende Erfahrung und auf die Angaben der Floren reducirt waren, so müssen sich Irrthümer finden, die jedoch eine zulässige Fehlergrenze nicht überschreiten dürften. Bei manchen sehr zweifelhaften Arten diente uns als Correctiv das Vorkommen oder Fehlen der Art in der arctischen Zone: traf ersteres zu, so nahmen wir dieselbe auf. So ergaben sich Lonicera coerulea L. und Vaccinium uliginosum L. als alleinige alpine Arten ihrer Genera. Ausgeschlossen blieb, unserm Princip gemäss, was in andern, besonders südlichern Gebirgen hochalpin, aber in der Alpenkette nicht in der Höhe auftritt, ebenso auch, was ubiquistisch Niederung und Hochregion wie den Norden bewohnt. — Eine einzige Ausnahme ist gemacht für die wenigen Arten, welche, nordische, mit Ueberspringung Mittel-Deutschlands, am Fuss der Alpen sich wieder finden, ohne hoch in diesen anzusteigen. (Z. B. Hierochloe borealis, Archangelica officinalis, Carex capitata L.) Der Wunsch, eine mit der nordischen Flora direct vergleichbare Tabelle zu erhalten, bewog uns hiezu.

3) Wir bedauern, dass in der so werthvollen Arbeit von J. D. Hooker: Outlines of the distribution of Arctic plants, in den Transact. der Linn. soc. of London, Juni 1860, ganz andre Grundsätze angewandt, und somit unsre Liste mit der Hooker's nicht direct comparabel ist. Hooker hat nämlich alle irgend innerhalb des Polarkreises vorkommenden also auch die vielen temperirten Ebenpflanzen aufgenommen, die sich, Dank dem milden Clima West-Lapplands und dem Golfstrom, in Scandinavien bis gegen das Nordcap finden. (Z. B. Corylus avellana, Triticum caninum, Salix caprea, Mentha arvensis, Knautia arvensis, Brassica Rapa, Sinapis arvensis, etc.) Dadurch wird Hooker's Liste in der That eine aus ganz heterogenen Elementen zusammengesetzte, während er sie in seinen Raisonnements doch als eine blos arctische betrachtet und dadurch zu Resultaten kommt, die wir durchaus nicht acceptiren können. Davon später. — Mehr in unserm Sinn hat dagegen Ed. v. Martens 1857 (Ueberblick der Flora arctica) seine arctische Liste entworfen, indem er das so exceptionelle Scandinavien ganz ausschloss, und so eine viel reinere arctische Flora erhielt, obschon immer noch manche Ubiquisten sich einmischen.

4) Ein fernerer, der Kritik nicht genug zu unterwerfender Theil der Arbeit ist die

Feststellung des Artbegriffs. — Man weiss, wie gerade die Alpenpflanzen in einer reichen Zahl von Formen auftreten, die sich sehr oft deutlich nach den einzelnen Gebirgen scheiden. Diese Formen wurden nun von vielen Floristen als Species aufgefasst, zum Theil aber auch in auffallender Weise zusammengezogen. Wir hielten uns durchweg an den Grundsatz, dass jede sichere Beobachtung von Uebergängen zwischen zwei, sonst auch noch so extremen Formen zur Reduction in Eine Species berechtigt (z. B. Senecio Carniolicus, incanus, uniflorus), und verfuhren überhaupt in Zulassung der auf schwache Unterschiede basirten Arten möglichst knapp. Unsre Liste soll eine Reihe fest stehender, leicht unterscheidbarer Typen enthalten. Dass wir überall definitiv das Richtige getroffen, können wir auch hier nicht behaupten: eine geographische Arbeit ist nicht censirt, die dunkelste Frage der systematischen Botanik zu lösen. — In einem Anhang haben wir unsre Ansichten über mehrere kritische Arten kurz angedeutet, so weit dies zum Verständniss der Tabelle nöthig schien. —

Neben den alpinen Arten glaubten wir einzelne charakteristische und constante alpine Formen von Pflanzen tieferer Regionen aufnehmen zu sollen, denn sie sind ebenso bezeichnend für die alpine Flora als die echten Alpenarten. — Andre, die sich von der Ebenenform wenig unterscheiden und an ihren Standorten fast überall in diese übergehen, liessen wir weg: so Onobrychis montana, Sagina bryoides (Form der S. procumbens), Gnaphalium norwegicum, Solidago cambrica, etc. Unsre Ansicht über den Zusammenhang jener in unsre Tabelle aufgenommenen, von den meisten Autoren als Arten aufgestellten Formen mit den Typen der Ebene ist ebenfalls im Anhang ausgesprochen.

5) Dass das Synonymengewirr in den Werken aus sehr verschiedener Zeit eine oft unübersteigliche Klippe bot, weiss jeder Sachkundige. Am schwierigsten zeigte sich hierin Baumgarten, so dass die Rubrik Transilvania einem Kenner jener Gegend gewiss manche Irrthümer zeigen mag.

6) In Bezug auf Zuverlässigkeit der Angaben mag (die Rubrik 24 etwa ausgenommen (die zum Theil nach Tchihatcheff bearbeitet ist), eine wünschbare Gleichheit herrschen.

7) Auch die Vollständigkeit mag in höherem Maasse erreicht sein, als man Anfangs glauben könnte. Gerade die europäischen Gebirgsketten zählen zu den relativ ausgebeutetsten Gegenden, und auch der Norden, wo Artenarmuth das Auffinden erleichtert, steht im Ganzen wenig zurück. Am lückenhaftesten mögen die Nummern 4, 5, 9, 23, 24 sein, doch nicht so, dass eine Vergleichung der Zahlenverhältnisse ausgeschlossen wäre. — Wir müssen dagegen besonders bedauern, dass die südöstlichen Endglieder der alpinen Vegetation, zumal die Verbindung mit dem Himalaya, so wenig bekannt sind. Lehmann's

Forschungen östlich von Samarkand (in Petermann's geogr. Mitth. 1855) geben nur einige schwache Andeutungen. Anderes hieher gehöriges Material fehlte mir ganz. —

8) Nun die geographische Anordnung: Die Tabelle zeigt zuerst 8 Colonnen, welche die circumpolare Region umfassen, und zwar sowohl die Gebiete innerhalb des arctischen Zirkels als die damit zusammenhängenden Gebiete. Ueberall giebt ein Strich oder Buchstabe das Vorkommen an.

Island, Nr. 1, macht den Anfang. Es folgt Grönland, Nr. 2, und die südwestlich gelegene Küste von Labrador, Nr. 3. Dann das östliche arctische Amerika von der Baffinsbai bis zum Mackenziefluss, Nr. 4. Ein A in dieser Colonne zeigt an, dass die Species sich in das südlichere, temperirte Ostamerika (theils bis Canada, theils bis in die White Mountains in New-Hampshire und weiter) erstrecken. Dann das westliche arctische Amerika vom Mackenzie bis zur Behringsstrasse. Auch hier bedeutet das A, dass die Art südlicher in die Rocky Mountains des westl. Amerika verläuft. Wo in Nr. 4 und 5 ein A ohne Strich vorkommt, da fehlt die Art im arctischen, und findet sich nur im temperirten Gebiet.

Es folgt mit Nr. 6 das arctische Asien vom Einfluss des Ob in das Eismeer bis zur Behringsstrasse, ein äusserst armes Gebiet. — Nr. 7 ist das nordische Europa vom Ob über das arctische Nordrussland und Kola bis nach Scandinavien, und zwar letzteres in seiner ganzen Ausdehnung, mit den Gebirgen Südnorwegens. — Mit Nr. 8 reiht sich endlich Grossbritannien an.

Diese Gruppirung folgt im Wesentlichen Hooker's Outlines, in welchen die verschiedenen arctischen Florengebiete aufs Genaueste discutirt und die Motive für die Abgrenzung eines jeden dargelegt sind. Jedoch habe ich Island und Labrador nicht unterdrücken oder mit naheliegenden Gebieten verschmelzen wollen; ebenso wenig gefiel mir die Trennung des temperirten Scandinavien vom arctischen. Auch schien es mir nicht ungerechtfertigt, Britannien als Appendix der Polarzone zu behandeln. — Dass sich Grönland nicht unmittelbar an Scandinavien anreiht, von welchem (wie Hooker überzeugend dargethan) es in innigster Abhängigkeit steht, ist ein Uebelstand unserer Tabelle, der daher rührt, dass solche bereits vor meiner Bekanntschaft mit den Outlines Hooker's entworfen war.

Litteratur: Für Island und Labrador die alle frühern Arbeiten berücksichtigende Compilation von Ed. v. Martens: Ueberblick der Flora arctica, 1857. — Für das arctische und temperirte Gebiet Nordamerika's Hooker's Outlines, 1860; für das russische Nord-

amerika überdies und in erster Linie Ledebour's vortreffliche Flora Rossica. 1842—1853, die alles Frühere umfasst.

Speciell für Grönland: J. Lange, Vegetation von Grönlands West-Küste bis 72° 48' in A. v. Etzels Grönland. 1860. Grinnell-Land: Dr. Haye's Expedition in Journal of nat. sc. Philadelphia bei Peterm. Mitth. 1864. XII. 487.

Für das arctische Asien und Europa: Ledebour's Flora rossica neben Hooker.

Für Scandinavien: E. Fries summa veget. scand.; für Britannien: Hooker and Arnott's british Flora, 1850, corrigirt durch die Untersuchungen von Alph. Decandolle Geogr. bot. II. 1855.

Es folgt das gemässigte östliche und altaische Sibirien, Nr. 9, (K bezeichnet das ausschliessliche Vorkommen in Kamtschatka), der Ural, Nr. 10. Der Caucasus, Nr. 11, alle drei nach Ledebour. In letzterer Rubrik ist Taurien inbegriffen, wo die mit T bezeichneten Arten ihre östliche Grenze finden.

Hooker zählt den von uns besonders rubricirten und Asien zugewiesenen Ural schon zu Europa, wofür allerdings gute Gründe sprechen.

Mit Nr. 12 beginnt Mitteleuropa: Das carpathische Gebiet von Mähren an bis zu den transilvanischen Alpen. Litt.: Wahlenberg. Flor. carpath principalium. 1814; Baumgarten. Enum. stirpium magn. transsilv. principatui indigen. 1816; Herbich. Flora der Bukowina, 1859; Heuffel. Enum. plant. Banat. Temesiensis. 1858; vor Allem A. Neilreichs Aufzählung der in Ungarn und Slavonien (leider mit Ausschluss Siebenburgens) beobachteten Pflanzen, Wien 1866.

Nr. 13, sämmtliche cisalpine deutsche Gebirge (mit Ausnahme des Schwarzwaldes, der unter Nr. 18 besonders behandelt ist, mehr aus Localinteressen, als weil er dies aus innern Gründen erheischt hätte. Dasselbe ist, und zwar aus guten Gründen, mit den Vogesen, Nr. 19, der Fall).

Nr. 14 enthält die in die norddeutsche und sarmatische, den Alpen oder den Sudeten und Carpathen, auch dem Norden tributäre Ebene hinabsteigenden Arten. Das S bezeichnet Standorte in der sarmatischen Ebene mit Auschluss Deutschlands. Litt.: Vor Allem, neben unsern eigenen Erfahrungen, der classische Koch, synops. II. ed., 1845; Wimmer, Flora von Schlesien. 1857; Ledebour und Fischer-Ooster, botan. Skizze des Sluzker Kreises. 1843, für das ebene Russland.

Nr. 15, 16 und 17 giebt die Alpen selbst, und zwar mit einer Scheidung in Westalpen, mittlere Alpen und Ostalpen. Diese Trennung schien zur Nachweisung des Areals der einzelnen Arten geboten, besonders wenn man auf ihre Ausstrahlung bald in die west-

lichen, bald in die östlichen Halbinseln Südeuropa's Rücksicht nimmt. Zu den Westalpen rechneten wir, gestützt auf innere Gründe (gemäss unsern Untersuchungen in den Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft, Basel, Dec. 1856), das Gebirg bis zum Monte Rosa; zu den Ostalpen den östlichen Theil vom Engadin an, so dass allerdings für die mittlern Alpen blos die mittlern und nördlichen Schweizer- und nächst umliegenden Alpen übrig bleiben. Vielleicht wäre diese Rubrik, Nr. 16, für das Ganze besser unterdrückt worden: sie hat aber für uns einen localen Werth, den wir nicht missen wollten. Litt.: Ostalpen: Koch, syn.; v. Hausmann, Flora v. Tyrol, 1854; Hinterhuber, Beiträge zur Flora v. Salzburg, in Oestr. botan. Zeitschr., 1862, Nr. 10. Mittelalpen: Koch und die schweizerischen Floren und Verzeichnisse, z. B. L. Fischer, Verz. der Phan. u. Gef. Crypt. des Berner-Oberlandes, 1862, etc. Westalpen: Grenier et Godron, Flore de France, 1856, und besonders Alioth's Sammlungen. Ueber das ganze Alpengebiet boten Reichenbach's Icones manche Aufschlüsse.

Nr. 18, Schwarzwald, und Nr. 19, Vogesen. Litt.: Koch, Döll, bad. Flora; Schildknecht, Nachtrag zu Spenner's Flora, Freiburg, 1862; Kirschleger, Flore d'Alsace und Nachträge. Grenier et Godron.

Nr. 20, Jura von der Rhone bis nach Schwaben hinein. Litt.: Ausser den schon Genannten: Godet, énumération des plantes vascul. du Jura. Ueber Nr. 13 bis Nr. 20 erstrecken sich überdies unsere eigenen Herborisationen; am Vollständigsten über Nr. 16, 18, 20.

Nr. 21, die Gebirge Frankreichs, welche den Raum zwischen den Alpen und dem Jura einerseits, den Pyrenäen anderseits einnehmen: also besonders die sehr ansehnliche, eine Menge selbst hochalpiner Arten bietende Centralerhebung der Auvergne. Litt.: Grenier et Godron. Loret: Herbier de la Lozère v. Prost. Mende 1862.

Nr. 22, die Pyrenäen. Litt.: Grenier et Godron und Willkomm und Lange, Flora hispan. prodrom. I. u. II. Timbal's u. Loret's period. Publicationen.

Mit Nr. 23 beginnen die Gebirge der südlichen Halbinseln Vorder-Asiens und Europa's, welche in den untern Regionen von der mediterranen Vegetation umgürtet sind.

Zuvor aber ist in Nr. 23 eingetragen, was über die fernern Gebirge Asiens in Erfahrung gebracht werden konnte: H bezeichnet den Himalaya nach Hooker's Outlines, F den Fon-tau (westlich vom Thian-Schan), ob Samarkand, nach Lehmann cit. Sonst umfasst Nr. 23 (einfacher Strich) die transcaucasischen Länder: die dem Caucasus südlich vorgelagerten Berge, östlich bis zur gewaltigen aber pflanzenarmen Alburs-Kette am Südrand des caspischen Meeres, westlich bis zum armenischen Hochland und dem Ararat.

Quellen: Buhse und Boissier, Aufzählung der auf einer Reise in Transcaucasien und Persien gef. Pflanzen, Moskau, 1860; Moritz Wagner, wissensch. Anhang zur Reise nach dem Ararat und dem Hochland Armenien, 1848; P. de Tchihatcheff, Asie mineure, botanique, 1860.

Nr. 24, Kleinasien, vom pontischen Gebirg nördlich bis zum cilicischen Taurus südlich. Der einfache Strich in der Colonne bezeichnet letzteres Gebiet, nach Kotschy, Reise in den cilic. Taurus, 1858. B die bithynische Olympos-Kette nach Griesebach spicileg. flor. Rumel et Bithyn. 1844 T das übrige Kleinasien nach den nicht ganz verlässlichen Angaben Tchihatcheff's. C giebt einzelne cyprische Standorte nach Unger und Kotschy: die Insel Cypern, 1865.

Nr. 25, die griechisch-rumelische Halbinsel von Serbien bis zur Südspitze nebst den nahen Inseln, nach Griesebach spicil und Unger wissensch Ergebnisse einer Reise nach Griechenland und den jonischen Inseln, 1862.

Nr. 26, die Appenninen mit Sicilien, nach Bertoloni flor. Ital.

Nr. 27, Corsica, nach Grenier, Godron und Bertoloni.

Nr. 28, die spanische Halbinsel, nach Boissier's voyage, Willkomm und Lange und vorzüglich nach den sehr vollständigen Sammlungen S. Alioth's. Der einfache Strich bezeichnet die so höchst eigenthümliche Sierra Nevada, H die übrigen Gebirge. Ueber das europäische Gebiet lieferte Nyman's Sylloge wesentliche Nachweise, und über die gesammte Verbreitung Alph. De Candolle géograph. botan., 1855. Die weitere Verbreitung: im tropischen und antarctischen Gebiet ist in der letzten Rubrik der Tabelle nach Hooker's Outlines und De Candolle angemerkt.

Noch ist zu bemerken, dass ungewisse Angaben nicht in die Listen aufgenommen sind, ausser solchen, die einen Grad von Wahrscheinlichkeit haben, der ihre Uebergehung nicht rechtfertigen würde. Sie sind mit ? angegeben.

In Bezug auf die beigegebene Karte bemerke ich noch, dass dieselbe nicht alle verschiedenen Floren-Bestandtheile der schraffirten Gebiete darstellen soll, sondern blos das räumliche Verhältniss der in den europ. Alpen zusammen treffenden Hauptfloren vor Augen zu bringen bestimmt ist. Es fehlen also z. B. die Elemente der rein asiatischen und amerikanischen Gebirgsflora, und alle für die Frage von der Heimath der Alpenflora irrelevanten Specialitäten. — Ueberhaupt kann diese graphische Darstellung nur zu einem Ueberblick der Hauptmomente dienen: in eine detaillirte Behandlung der einzelnen Gebiete geht sie nicht ein. Die nördliche und südliche Grenze der Ebenenfloren ist nach Griesebach (Petermann'sche Mittheilungen, 1866, II.) gezogen.

II. Allgemeiner Theil.

Unsre Tabelle ergiebt 693 Species, die sich nach ihrem Verbreitungsbezirk in zwei Hauptgruppen trennen: in solche, welche die mitteleuropäischen Gebirgsmassen und deren Ausläufer: von den Pyrenäen bis zum Caucasus ausschliesslich bewohnen, und in solche, die neben diesem, im weitesten Sinn alpinen Gebiet, einen zweiten, nordischen: Scandinavien, Nordasien und Nordamerika umfassenden Verbreitungsbezirk haben.

A. Nordischer Arten zählen wir, wenn wir sämmtliche 10 Colonnen von Island bis zum Ural mitrechnen, 271, also fast ²/₅ unserer Gesammtzahl (697).

Von den einzelnen Bezirken der nordischen Area bieten in aufsteigender Reihe Labrador 59, Island 85, das arctische Sibirien 94, Grönland 111, Britannien 126, Westamerika 122, Ostamerika 125, der Ural 154, das gemässigte Sibirien 183 und Scandinavien 191 Arten.

Hier stellt sich nun unabweislich die Frage nach der Heimat dieser nordisch-alpinen Arten. Wenn wir von Heimat einer Art reden, so nehmen wir damit eine Geschichte derselben, und zwar einen localen Ausgangspunkt an, von wo aus im Lauf der Zeit unter der Einwirkung der physikalischen Gesetze, zumal der climatischen Einflüsse und der geologischen Veränderungen, die Individuen ihre heutige Area eingenommen haben. Diese Annahme ist zwar so wenig streng erwiesen als die einer simultanen Schöpfung unzähliger Individuen auf allen Punkten des jetzigen Areals der Art; allein während mit letzterer Theorie alle Forschung aufhört, regt erstere kräftig dazu an. Doch ehe wir auf diese Heimatsfrage eingehen, ist es nöthig daran zu erinnern, dass sie, in solcher Allgemeinheit gestellt, einer nur ganz relativen Beantwortung fähig ist. Denn streng genommen ist es unmöglich, alle diese Species als eine gleichartige Gesammtheit zu behandeln; die Voraussetzung, dass sie alle denselben Verbreitungsgesetzen unterliegen und die gleiche Verbreitungsgeschichte haben, ist eine falsche. Ein Blick auf unsere Tabelle zeigt vielmehr, dass jede Art ihren ganz eigenthümlichen Bezirk hat, der von Grenzen eingeschlossen ist, die mit denjenigen anderer Arten nur höchst selten zusammenfallen. Die geographische Area und Geschichte jeder Art sollte demnach eigentlich besonders studirt und der Ausgangspunkt, die Heimat jeder Art besonders aufgesucht werden.

Wenn wir uns dennoch nach der Heimat der nordisch-alpinen Arten im Ganzen

umsehen, so müssen wir stets festhalten, dass wir — dem Triebe nach Generalisirung folgend — einzelne Vorkommnisse zu Einer Gruppe zusammenfassen, welche unter sich wesentliche Abweichungen darbieten.

Vor Allem hat man sich zu hüten vor der verbreiteten Meinung, dass das Vorkommen einer alpinen Art im Norden sofort zur Annahme berechtige, dass jedenfalls dieser letztere, nicht aber die Alpenkette der Ausgangspunkt der Species sei.

Es werden sofort Verzeichnisse von Arten mitgetheilt werden, die im Norden blos in Scandinavien und Britannien vorkommen, während sie in der Alpenkette, und zwar in unserm weitern, Pyrenäen und Carpathen mit einschliessenden Sinn, nicht selten, ja zum Theil sehr verbreitet sind, und daher viel wahrscheinlicher von den Alpen nach jenen Gebirgen ausstrahlten, als umgekehrt.

Ferner sind gewisse nordisch-alpine Arten in den Alpen weit häufiger, als im Norden: während sie dort in massenhafter Zahl der Individuen grosse Räume bedecken, kommen sie im Norden nur an wenigen Orten und da sehr sparsam vor. Wenn man nun davon ausgeht, dass die Heimat einer Art mit ihrem Massencentrum zusammenfalle, so wird man diese Arten für ursprünglich alpine, erst später nach Norden gekommene ansehen, nicht aber für nordische; es sei denn, dass man sich der unwahrscheinlichern Annahme zuneige, dass im Norden diese Art, welche daselbst ihre Heimat hat, durch Umwälzungen reducirt, in den Alpen aber, wo sie einwanderte, unter günstigen Verhältnissen conservirt wurde.

Hooker (Outlines, pag. 251) stellt an die Spitze seiner Abhandlung über die arctische Flora den Ausspruch: »Regarded as a whole, the arctic flora is decidedly Scandinavian«; denn $^{2}/_{3}$ dieser ganzen Flora sei in Scandinavien vorhanden. Hooker's Liste aller im arctischen Zirkel gefundenen Pflanzen beträgt 762 Species, von denen 586 im arctischen Europa vorkommen. Keine Flora, fährt Hooker (pag. 258) fort, nehme in den andern Floren der Erde eine so grosse Proportion ein, als die des arctischen Scandinaviens. So treten von den 586 Pflanzen dieser Flora im temperirten Nordamerika 360, in Mitteleuropa 490, im Himalaya 300 auf.

Wenn man aber auf Hooker's Tabelle nachforscht, welchem Gebiet die meisten seiner 762 Species zukommen, so ist es nicht Scandinavien, überhaupt kein arctisches Land, sondern es ist das temperirte Nord-Asien. (Hooker's Columnen 7 und 8: Asia to Altai, etc., N. E. Asia and Japan). Denn hier kommen 658 dieser Arten vor, und allein die kleine Zahl von 104 sind diesem Gebiet fremd. Die temperirte nordasiatische Flora umfasst also nicht blos $^{3}/_{4}$, wie Scandinavien, sondern 72 Arten mehr, also volle $^{6}/_{7}$ der

Gesammtzahl; das altaische Gebiet (Columne 7) allein, mit Ausschluss Nordost-Asiens, besitzt 594 Species.

Und wenn wir die scandinavische Flora mit dieser fast alle arctischen Pflanzen umfassenden nordasiatischen Flora vergleichen, so finden wir, dass sie derselben fast vollständig tributär ist: denn nur 66 von 586 scandinavischen Arten kommen nicht auch in Nord-Asien vor. Von diesen 66 Arten sind nun blos Orchis cruenta und Gentiana aurea Scandinavien und seiner Nachbarschaft eigenthümlich, alle übrigen 64 gehören auch Amerika oder Mitteleuropa, oder diesen beiden Gebieten zugleich an

(38 sind auch amerikanisch, wobei 3 nur grönländische:

Juncus squarrosus,
Alchemilla alpina,
Sedum villosum

nicht mitgezählt sind; 6 sind ausschliesslich amerikanisch-scandinavisch:

Deschampsia atropurpurea,
— alpina,
Carex nardina,
Carex scirpoidea,
— festiva,
— livida.

58 sind mitteleuropäisch, worunter sämmtliche 28 in Amerika fehlenden Arten begriffen sind. Von diesen 28 kommen zudem noch 10:

Campanula latifolia,
Sinapis arvensis,
Linum catharticum,
Myricaria germanica,
Trifolium medium,
Lapsana communis,
Dactylis glomerata,
Orchis sambucina,
Eleocharis uniglumis,
Ophioglossum vulgatum

im südlichern Asien vor, und 18 gehören zur ausschliesslich mitteleuropäischen Flora, die sich unläugbar in einer grossen Zahl von Ackerpflanzen und Ubiquisten, aber auch — wie später wahrscheinlich gemacht werden soll — in 18 Alpenarten nach Scandinavien hinein erstreckt hat.)

Schon diese Zahlenverhältnisse zeigen, dass man Scandinavien nicht als den Heerd der arctischen Flora anzusehen hat, sondern dass das temperirte Asien viel grössern Anspruch auf diesen Titel hat.

Ferner geht dem arctischen Europa das Kennzeichen eines jeden ursprünglichen Schöpfungsheerdes, nämlich eigenthümliche, nicht weiterhin verbreitete Pflanzen, beinahe ganz ab, während das temperirte Asien deren eine reiche Fülle aufweist, neben einer

Anzahl von Arten, die sich nicht in die arctische Zone, wohl aber in die Alpen, nach Südwesten, verbreitet haben.

Gruppirt man nun aber nicht blos die Zahlen, sondern untersucht man Hooker's Liste der scandinavischen Pflanzen auf ihre Bestandtheile, und frägt nach der Ursache des Reichthums dieses Gebiets im Vergleich mit den andern arctischen Bezirken, so wird man sofort gewahr, dass in Scandinavien der eigentlich arctisch-alpinen Flora eine starke Ueberzahl von südlichern Pflanzen beigemischt ist. Dies erklärt sich — wie wir bereits andeuteten — aus der climatischen Ausnahmsstellung Lapplands, welches durch den Golfstrom, trotz seiner arctischen Lage, in ein fast temperirtes Land umgeschaffen ist, so dass sich da — und nur da — die Hauptelemente der mitteleuropäischen Flora in's polare Gebiet vorschieben konnten. (Mit gutem Grund hat daher E. v. Martens in seiner Uebersicht der arctischen Flora ganz Scandinavien geradezu weggelassen, um seine Liste der arctisch-alpinen Flora möglichst rein zu halten.)

Solcher Pflanzen, die in Mitteleuropa dominiren, in Scandinavien aber eine singuläre, den Charakter der Flora trübende Station haben, zähle ich in Hooker's Liste 335, von welchen 128 nur in Scandinavien auftreten, während 207 auch noch in andern begünstigten Winkeln des arctischen Gebiets sich zeigen. — Es sind theils ubiquistische Wasser- und Strandpflanzen (Nymphaea, etc.), theils wahre campestre Pflanzen, von denen mehrere der mediterranen Flora weit näher stehen als der arctischen. Z. B.:

Ranunculus Ficaria,	Allium oleraceum,	Prunus spinosa,
Chelidonium majus,	Orchis maculata,	Anthriscus sylvestris,
Arabis Thaliana,	— conopsea,	Potentilla argentea,
Draba muralis,	Alopecurus pratensis,	Knautia arvensis,
Thlaspi arvense,	Melica nutans,	Mentha arvensis,
Sinapis arvensis,	Dactylis glomerata,	Origanum vulgare,
Raphanus Raphanistrum,	Anthyllis vulneraria,	Linaria vulgaris,
Brassica Rapa,	Spiraea ulmaria,	Corylus avellana, etc.

Es bleiben also für Scandinavien nur 251 rein arctisch-alpine Typen übrig, und wenn man diese mit einem climatisch äusserst ungünstig gestellten Bezirke, mit dem arctischen Asien und seinen 233 Arten, vergleicht, dessen polare Natur kein solches Eindringen südlicher Pflanzen duldet, sondern das die arctische Flora in ihrer grösstmöglichen Reinheit zeigt: so schwindet sofort die Idee eines besondern Artenreichthums von Scandinavien gänzlich, zumal wenn wir noch in Betracht ziehen, dass dies arme arctische Asien wenigstens 3 ihm eigene Arten besitzt:

Monolepis asiatica.
Nardosmia glacialis,
Artemisia Steveniana.

Nehmen wir noch die artenärmste sämmtlicher polarer Provinzen: Grönland, zur Vergleichung. Diese Halbinsel oder Insel hat ihre Flora, wie Hooker nachweist, unzweifelhaft von Scandinavien aus erhalten. Wie dem arctischen Asien, so fehlen auch ihr südlichere Formen fast durchaus: es findet sich in Grönland die arctisch-alpine Flora Scandinaviens, jedoch nur wenige Spuren seiner campestern Flora. Und dennoch besitzt dies Scandinavien tributäre Grönland 207 Species, also nur 47 Arten weniger als die wahrhaft arctisch-alpinen Theile Scandinaviens, und von diesen 207 Arten sind wenigstens 3 Grönland nebst dem nahen östlichen Amerika eigenthümlich:

Draba aurea.
Potentilla tridentata.
Arenaria grönlandica.

Auch die Vertheilung der arctischen Flora über Amerika hin steht der Hypothese einer scandinavischen Heimat entgegen und spricht vielmehr für unsere Annahme: für einen im temperirten Asien liegenden Ausgangspunkt. Grönland hat, wie wir durch Hooker wissen, von Scandinavien aus seine Flora erhalten. Jenseits der Baffinsbai beginnt eine neue Provinz: denn 57 grönländisch-scandinavische Arten haben diesseits dieses Meeres ihre Westgrenze und betreten Ostamerika nicht, während 105 neue, Grönland und Scandinavien fremde Typen darin auftreten. Von diesen sind 73 rein amerikanisch (es sind meist temperirte Eindringlinge und nur zum kleinsten Theil arctisch-alpine Typen), 32 aber finden sich wieder in Ostasien, während sie dem ganzen arctischen Westen der alten Welt, von Scandinavien bis zum Ob, fehlen. Wie natürlich ist nun die Annahme, dass die arctische Flora von ihrem Centrum in Asien nach West bis nach Grönland ausstrahlte, und nach Osten Amerika überzog, dass sie also ostwärts wie westwärts auf eine ungefähr gleiche Distanz einwirkte? Wie unnatürlich ist dagegen die Vermuthung, es habe Scandinavien nach Westen hin nur die kurze Strecke bis Grönland, nach Osten aber 4/5 der Erdkugel beeinflusst? Und nun vollends die von Hooker, pag. 261, als ein dermalen noch unerklärliches Factum bezeichnete Erscheinung, dass 103 (es sind nach richtiger Zählung 86, indem Hooker 15 in den Alpen vorkommende Arten diesem Gebirg irrthümlich abspricht, z. B. Carex capillaris, Cardamine bellidifolia, Arenaria arctica syn. biflora, Wahlenb. etc.) Arten des arctischen Europa im wärmern, temperirten Asien (Caucasus, Himalaya, etc.), nicht aber in den Alpen Europa's vorkommen. Allerdings ist diese Erscheinung unerklärlich, wenn man als von einem Axiom davon aus-

geht, dass von Scandinavien her diese Pflanzen sich über die Erde verbreiteten. Denn dann ist es höchst befremdlich, dass den so nahe liegenden Alpen solche Arten nicht zugekommen, dass sie dagegen mit Ueberspringung der Alpen bis in die Berge Mittel-Asiens getragen worden sind. Hooker schlägt drei Hypothesen vor, um von seinem Standpunkt aus das Factum zu erklären:

1) Diese Arten seien in den Alpen vorhanden gewesen, aber ausgerottet.

2) Sie seien noch daselbst vorhanden, aber in unkenntlich modificirten Formen.

3) Sie seien in Scandinavien unmittelbar vor der Glacialperiode nicht einheimisch gewesen. — In diesem dritten Punkt hat nun Hooker unsres Erachtens das Richtige theilweise getroffen: nicht nur diese 86, sondern weitaus die meisten arctisch-alpinen Arten haben eben ihre Heimat anderswo: im temperirten Asien, und haben sich von da von Ost nach West und Süden verbreitet, wobei ein Theil der Gesammtzahl in Nordwest: in Scandinavien, und in Süd und Südwest: im Caucasus und Himalaya, ihre Endstation fand, nicht aber bis in die äusserste westliche Position: in die europäischen Alpen, vordrangen. Wäre Scandinavien die Heimat dieser Flora, so würden die so nahen mitteleuropäischen Alpen gewiss eine viel grössere Artenzahl enthalten, als das viel fernere temperirte Nord-Asien. Aber während die Alpen (mit Inbegriff der umliegenden Gebiete) 496 (nach Abzug der 15 von Hooker irrig den Alpen abgesprochenen Arten eigentlich 511) dieser Species besitzen, hat das temperirte Asien deren 658, also 72 mehr als Scandinavien selbst; und der von Scandinavien so weit entfernte, aber dem temperirten Nord-Asien nähere Himalaya weist noch 300 auf. Unsre Tabelle wird zeigen, dass eine fernere Anzahl von Arten direct aus Asien nach dem Alpensystem ausstrahlten, ohne die nordwestliche Halbinsel Scandinavien zu erreichen; und auch Hooker (pag. 261) führt 40 solcher Arten auf, wovon aber nur 14 wahre arctische und Alpentypen sind. Ob nun die Einwanderung der arctisch-alpinen Pflanzen in die Alpen ganz oder nur zum Theil direct von Osten her erfolgte, d. h. ob sie von den asiatischen Gebirgen ausschliesslich über Ural und Carpathen, oder ob nicht vielmehr ein Theil durch den Norden, also über Scandinavien, als über eine Zwischenstation, einwanderte, das ist eine Frage, die wohl kaum eine exacte Beantwortung finden wird. Dass die Strömung von den Alpen nach Norden hin — die bisher über dem Suchen nach Spuren einer umgekehrten Strömung ganz unbeachtet blieb — stattfand, und zwar in hohem Maasse stattfand, das zeigt die Flora der Sudeten, welche nur 7 rein nordische, d. h. den Alpen ganz fehlende Gebirgsarten, dagegen 52 Scandinavien fehlende Alpenarten aufweist; und dass der Einfluss der Alpen bis nach Scandinavien und Britannien hinein reichte, zeigen die unten mitzutheilenden Listen.

Dass die Heimat der arctisch-alpinen Flora in den Gebirgen des temperirten Nord-Asiens, nicht aber in irgend einem Polarland zu suchen ist, erhellt schon daraus, dass das Massencentrum dieser Arten jedenfalls nicht in den arctischen Gebieten liegt, sondern dass zum Theil schon die europäischen Alpen, und wohl noch weit mehr die sibirischen Gebirge, diese Pflanzen in viel grösserer und dichterer Individuenmenge bieten. In den arctischen Gebieten zeigen sie sich insular gesondert und über weite todte Räume spärlich zerstreut. Die Organismen pflegen ihre Heimat da zu haben, wo sie am besten gedeihen, nicht wo sie aufhören. Es giebt ein einziges, und zwar monotypisches Genus (Pleuropogon Sabini), das nur im arctischen Gebiet vorkommt, nicht mehr als 12 rein arctische und nach Hooker nur 46 vorwiegend arctische Arten. Rein arctisch sind:

Amerikanische:

Artemisia androsacea,
Saxifraga Richardsoni,
Braya pilosa,
Festuca Richardsoni,
Salix glacialis,
Chrysanthemum integrifolium,
Pleuropogon Sabini,
Parrya arenicola,
Douglasia arctica.

Asiatische:

Artemisia Steveniana,
Nardosmia glacialis,
Monolepis asiatica.

Hooker theilt eine Liste von 58 Arten mit, welche rein oder fast rein arctische seien. Diese 58 setzen sich zusammen aus den schon aufgezählten 12 ausschliesslich arctischen Arten; ferner aus 46, welche auch in temperirten Ländern vorkommen; 18 sind rein amerikanisch; 28 sind im temperirten Asien und zwar meist in Ost-Asien vorhanden, mögen also zum Theil auch von Amerika dahin gelangt sein. — Nun frägt sich aber noch, ob wirklich diese 46 Arten in der arctischen Zone dominiren, oder ob nicht vielmehr ihr Massencentrum im temperirten Gebirgsland Asiens oder Amerikas liegt. Letzteres scheint mir allen Analogien nach für mehrere sicher, für manche sehr wahrscheinlich.

Hooker giebt, pag. 256, eine Liste der Arten, welche auf die Bezeichnung circumpolarer Pflanzen den meisten Anspruch haben. Es sind deren 86, die in allen arctischen Bezirken vorkommen, wovon 63 bis in den äussersten Norden gehen, 23 jedoch in etwas tiefern Breiten sich halten. (Die am meisten arctische Art, welche in allen Polarländern dominirt, ist Saxifraga oppositifolia. Unter den 86 Arten ist keine Primulacee und keine Gentianee enthalten). Diese Liste umfasst nun der grössern Mehrzahl nach (67) echt arctisch-alpine Typen. Jedoch sind folgende 19 Ubiquisten des gemässigten Europa auszuscheiden:

Armeria vulgaris,
Eriophorum vaginatum,
— polystachyum,
Vaccinium vitis Idaea,
Poa pratensis,
— nemoralis,
Cardamine pratensis,
Luzula campestris,
Glyceria maritima,
Honkeneya peploides,
Ledum palustre,
Festuca ovina,
Chrysosplenium alternifolium,
Carex vesicaria,
Epilobium angustifolium,
Hippuris vulgaris,
Pyrola rotundifolia,
Taraxacum officinale,
Ranunculus auricomus.

Von den 86 Arten sind nun dem temperirten Asien eigen 83, also im Ganzen die Totalität: allein Silene acaulis, Pedicularis hirsuta und Phippsia algida scheinen amerikanisch und von da ins arctische Asien gelangt. Und 76 gehören Ost- und Westasien zugleich an; 3 kommen nur in Westasien vor:

Braya alpina,
Draba rupestris,
Juncus biglumis,

und 4 nur im östlichen Asien:

Cochlearia officinalis,
— anglica,
Luzula arcuata,
Carex aquatilis.

Also wieder ein Beleg dafür, dass das temperirte Nord-Asien den Grundstock der arctischen Vegetation geliefert hat. Wenn 76 von 86 Arten den gewaltigen Raum beider asiatischen Bezirke bewohnen, wird dagegen der Appendix Asiens, das wenige Meilen breite Scandinavien, nicht aufkommen können.

Natürlich darf bei der Behauptung, dass der überwiegende Schwerpunkt der arctisch-alpinen Flora das temperirte Nord-Asien sei, nicht vergessen werden, dass auch Amerika ein, wenn auch sehr untergeordnetes Centrum solcher Arten ist. Ausser den 8 genannten rein arctischen Arten bietet Amerika blos 74 wirklich arctisch-alpiner Pflanzen (also mit Ausschluss der von Hooker beigemengten temperirten Arten), welche dem temperirten Asien fehlen. Und von diesen 74 sind 29 auch in Europa vorhanden. Z. B.:

Anemone alpina,
Thlaspi montanum,
Gnaphalium carpathicum,
8 Carices.

Es ist also nur von 45 sicher, dass sie rein amerikanischen Ursprungs sind. Dahin gehören z. B.:

Dejeuxia canadensis,
Platanthera hyperborea,
— obtusata,
Betula pumila,
Dracocephalum parviflorum,
Mulgedium pulchellum,
Erigeron compositus,
Cornus stolonifera,
Heuchera Richardsoni,
Parnassia Kotzebui,
Lupinus perennis,
Delphinium Menziesii,
Anemone parviflora,
— decapetala.

Diese Arten temperirt-amerikanischen Ursprungs haben sich zum Theil (Delphinium Menziesii bis Taimyr, Lupinus perennis in die Aleuten) nach Osten verbreitet, und es ist ihnen ein Haupttheil jener 29 in Europa, besonders Scandinavien, vorhandenen beizuzählen, weil aus Amerika, als ihrem Centrum, dahin gelangt: immer aber bleibt diese zwischen 45 und 74 schwankende Zahl hinter der aus dem temperirten Asien stammenden Zahl von 242 arctisch-alpinen Arten in auffallendster Weise zurück.

Endlich setzt sich die arctisch-alpine Flora zusammen aus einem noch kleinern Bruchtheil europäischen (und zwar theils nordeuropäischen, theils alpinen) Ursprungs zusammen, wovon weiter unten.

Es dient jedenfalls unserer Annahme eines temperirten asiatischen Ausgangspunktes dieser Flora wesentlich zur Stütze, wenn es sich erwahrt, dass für die Verbreitung der nordischen Thierwelt dasselbe Resultat anzunehmen ist. Ueber diesen Punkt theilte mir Hr. Prof. L. Rütimeyer in Basel gütigst Folgendes mit:

»In Antwort auf Ihre Anfrage bezüglich der Annehmbarkeit eines Verbreitungs-Centrums »der altweltlichen Thierwelt in Scandinavien kann ich Ihnen nur wenige Thatsachen nennen, »welche aber alle nicht daran denken lassen, dieser Halbinselgegend irgend eine beson»dere Bedeutung in der Geschichte der Bevölkerung von Asien und Europa beizumessen.

»Leider kann ich dabei nur von den Säugethieren reden und muss zugeben, dass »die Verbreitung dieser Thiere nicht denselben Gesetzen zu folgen braucht, auch aller»dings durch viele andre Umstände bedingt wird, als z. B. diejenige der Vögel oder der »Insekten. Doch kann ich beifügen, dass mir auch in den andern Thiergruppen kein »einziges Factum bekannt ist, welches Scandinavien die Stelle verleihen würde, welche »Hooker ihm für die Pflanzengeschichte zuschreibt.

»In Bezug auf die Säugethiere nun, und mit kleinen und localen Abweichungen auch »auf Vögel, Reptilien, Frösche, Insekten, pflegt man für die gegenwärtige Thierwelt »folgende Provinzen anzunehmen, welche indess selten oder nirgends scharfe Grenzen »haben: 1) Der Norden der alten Welt, d. h. der gesammte Nordabhang von Asien, »sammt ganz Europa und Nord-Afrika; 2) der Norden Amerika's; 3) Süd-Amerika bis »Mexiko hinauf; 4) Süd-Afrika; 5) Indien und Sunda-Gebiet bis zur Strasse von Macassar; »6) Australien mit Polynesien. — Ob man dabei die Provinz 2) als eine selbstständige »ansieht, ist eine Frage der Systematik, indem man sich gewöhnt hat, alles in Nord»Amerika lebende Gethier von dem altweltlichen fast mit Gewalt zu unterscheiden; allein »ich möchte nicht die Aufgabe übernehmen, in einem Museum, wo man die Etiquetten »verwechselt hätte, die nord-amerikanischen Thiere von den europäischen zu unterscheiden,

»und man kann sagen dass die Genera durchweg dieselben sind, und auch schon die »wichtigsten quaternären Species nicht mehr unterschieden werden können. Ich glaube »daher, dass es eine nicht sehr entfernte Zeit gab, wo Nord-Amerika mit noch wenigerem »Recht von der altweltlichen Provinz abgesondert werden konnte als heute — oder mit »andern Worten, dass die heutige Abweichung der nord-amerikanischen Thiere von den »altweltlichen eine blosse Sache der Zeit ist.

»Scandinavien bildet in dieser riesigen Erstreckung in keiner Weise einen hervor»ragenden Punkt. Ich wusste wohl kein scandinavisches Säugethier zu nennen, das nicht »auch jenseits des Ural lebte, ja die meisten sind auch am Amur und in Kamtschatka »zu finden; und wenn man auch die Species der Fauna am Makenzie anders betitelt, so »sind die dort vertretenen Genera dieselben wie am Amur und auf Japan.

»Sucht man nun in dieser ungeheuern Ausdehnung die Stellen auf, wo sich die »meisten vermuthlichen Stammformen, oder mindestens die meisten Repräsentanten weit »entfernter und charakteristischer Genera zusammenfinden, so stösst man unwillkürlich »auf das centrale Plateau von Asien, oder vielmehr, da das Plateau selbst, wenigstens »jetzt, an Säugethieren arm ist, auf dessen Nordrand. Die nord-amerikanischen Genera »— denn diese scheinen mir für die Frage allein massgebend — sind mit Ausnahme »weniger Nager, welche als Eindringlinge aus dem Süden gelten können, sämmtlich ver»treten, ebenso die europäischen, und dazu kommt eine Anzahl höchst charakteristischer »Formen, die sich bis jetzt nicht über Asien hinaus verbreitet haben, wie das Moschus»thier, das zweihöckrige Kameel, grosse Katzen, einfarbige Pferde. Ueberdies scheinen »die central-asiatischen Gebirge das Centrum zu sein für einige den übrigen oben ge»nannten Provinzen fehlende wichtige Genera, wie Schaaf, Ziege, Rind. Fügt man endlich »dazu die für den Norden der alten und neuen Welt heute fossilen Genera Elephas »(Mastodon), Rhinoceros, so haben wir hier selbst einige der charakteristischen Formen »der altweltlichen Tropen.

»Die Beziehungen der übrigen grossen Faunengebiete zu dem bisher betrachteten »können wohl auch nur in historischem Licht, d. h. mit Rücksicht auf die Palaeon»tologie richtig beurtheilt werden. Die heutzutage so charakteristische Beschränkung der »Zahnlosen auf Süd-Amerika, Süd-Afrika, Süd-Asien, diejenige der Beutelthiere auf Austra»lien und Süd-Amerika verliert viel von ihrem Gewicht, wenn wir Repräsentanten beider »in ältern Perioden des heutigen Europa antreffen. So macht die Durchsehung von »Listen tertiärer oder sekundärer Säugethiere den Eindruck, dass in ältern Perioden »Thiere jetzt weit getrennter Faunen zusammenlebten, und sofern man nicht durch die

»Unvollständigkeit solcher Listen getäuscht wird, so möchte es scheinen, als ob Australien noch grossentheils einen Rest einer sekundären, Afrika und Indien einen Rest der »tertiären europäischen Säugethierfauna darstellten. Jedenfalls differiren z. B. die Listen »aus den in Alter wenig verschiedenen Lokalitäten der sivalischen Hügel am Fuss des »Himalaya, von Pikermi bei Athen, von Nebraska am obern Missouri von einander ausserordentlich viel weniger als die heutigen Faunen-Verzeichnisse von demselben Orte. Die »meisten Genera jener alten Zeiten scheinen daher weit cosmopolitischer gewesen zu »sein als ihre heutigen Vertreter. Nur hieraus aber scheint sich zu erklären, warum so »äusserst verwandte Formen wie die Zwerg-Moschusthiere der Sunda-Inseln und dasjenige »von Sierra Leone, der Tapir Indiens und derjenige von Süd-Amerika, die Beutelthiere »Australiens und Amerika's, die gestreiften Pferde Afrika's und die einfarbigen Asiens »heut so weit getrennte Punkte eines Gebietes bewohnen, das heutzutage in mehrere »selbstständige Thierprovinzen zerfällt. Der Umstand, dass einzelne Gruppen an gewissen »Punkten einen ungewöhnlichen Formenreichthum gewonnen haben, wie die Antilopen in »Süd-Afrika, die Zahnlosen in Süd-Amerika, die Katzen und Viverren in Indien, thut »dieser Betrachtung keinen Abbruch, sondern ist eher eine natürliche Consequenz davon.

»Wo nun das Centrum und der Ausgangspunkt dieser ältern Fauna, deren Reste »hauptsächlich unsere jetzigen Tropen bewohnen, gelegen sein möchte, ob überhaupt ein »Mittelpunkt dieser alten Fauna, in ähnlicher Weise wie Central-Asien für die heutige, »bestanden haben mag, dies zu beurtheilen reichen unsere Kenntnisse lange nicht aus. »Interessant ist es immerhin, in tertiärer Periode Pferde und Moschusthiere in Süd-Amerika, Giraffen und Flusspferde in Indien, Stinkthier und Gürtelthier in Süd-Europa »und Elephant und Nashorn an allen drei Orten zugleich anzutreffen. Allein solche »Fragen, wie nach den Ausgangspunkten älterer Faunen, stellen Sie auch nicht, da die »Botanik noch nicht Dokumente so hohen Alters hat. Doch kann ich mich bei dem »Anblick Ihrer Karte einer Bemerkung nicht enthalten, welche vielleicht einiges Interesse »für Sie hat. Unterdrückt man das Gebiet der Alpenflora und der Mittelmeerflora, welche »für die Thierwelt nicht von denjenigen der asiatisch-arctischen abgetrennt werden können »(nur im Mittelmeergebiet mischen sich allerdings auch palaearctische — nord-altweltliche — und afrikanische Thierwelt), so entspricht die Darstellung der Pflanzenverbreitung sehr gut derjenigen der heutigen Thierwelt. Das Gebiet, das Sie der amerikanischen Flora beimessen, würde — mit Einschluss von Süd-Amerika — als die Provinz »einer in ihren Charakterformen aus der jüngern Tertiärzeit stammenden Thierwelt betrachtet werden müssen. Afrika und Indien scheinen eine aus noch älterer Zeit her-

»rührende Bevölkerung zu haben, und Australien erscheint als eine seit der Sekundär-»Periode wenig veränderte oceanische Insel, die erst in relativ sehr junger Zeit mit dem »übrigen Festlande von Neuem in Verbindung trat. Eine anderweitige und directere Ver-»bindung zwischen alter und neuer Welt als die heutige arctische Brücke ist somit für »die tertiäre Thierwelt fast unabweisbar, so lange wir nicht, was bisher nicht der Fall »war, im Norden der alten Welt tertiäre Lager mit denselben Fossilien wie in Mittel-»Europa finden.

»Obschon unsere jetzige Kenntniss der fossilen Thierwelt offenbar erst noch in ihren »Anfängen ist, so würde doch, wie ich glaube, eine nähere Vergleichung von verschiedenen »erloschenen Faunen dermalen zu den angedeuteten allgemeinen Anschauungen führen, »wofür ich mancherlei nähere Belege beibringen könnte. Es scheint mir daher der »Gedanke, den ich Ihnen schon mehrmals geäussert habe, dass vielleicht doch die süd-»amerikanische, die palaeotropische, die australische Flora auch eine Reihenfolge von »immer ältern »lebenden Fossilien« — immer mit den Modifikationen, welche ein so »ausserordentliches Alter gestatten mochte — darstellen könnten, nicht ganz ungereimt.«

Nach dieser Abschweifung kommen wir nun zurück auf unsre Liste. Dieselbe zählt, wie schon gesagt, 271 Arten im nordischen Gesammtareal. Doch bedarf diese Zahl einer nähern Prüfung. Wir zählen nämlich 11 Arten, die sich im Norden nirgends als in Grossbritannien finden:

Arabis ciliata,
Saxifraga umbrosa,
— hirsuta,
Draba aizoides,
Silene alpestris,
Alsine Cherleri,
Thlaspi alpestre,
Meum athamanticum,
Phleum Michelii,
Helianthemum canum,
Viola lutea.

Ferner 12 Arten, die sonst nirgends als in Scandinavien vorkommen:

Ranunculus aconitifolius,
Potentilla intermedia,
Hieracium Schraderi,
— cydoniaefolium,
Aconitum variegatum,
Alchemilla fissa,
Campanula barbata,
Chamaeorchis alpina,
Oxytropis Lapponica,
Saxifraga biflora,
Agrostis alpina,
Asplenium fissum.

Und 4 Arten, die blos in Britannien und Scandinavien, sonst aber nicht im Norden vorkommen:

Hieracium glaciale,
Ajuga pyramidalis,
Avena alpina,
Poa minor.

Bis Island erstrecken sich von Scandinavien her zwei sonst nicht nordische Arten: Cerastium latifolium und Saxifraga Cotyledon. Eine Art: Saxifraga cuneifolia, kommt Island allein zu. — Von Scandinavien bis Grönland erstreckt sich Sedum villosum, bis Labrador Gentiana nivalis. — Von Britannien nach Labrador gehen Arabis stricta und Crepis succisaefolia. Ausser den Alpen sind Festuca Halleri und Aronicum Clusii nirgends als in Labrador vorhanden. — Potentilla aurea ist auf Island und Grönland beschränkt.

Alle diese 37 Arten müssen wir auf die Alpen als ihre Heimat zurückführen, denn ihr Massencentrum liegt durchaus in den Alpen. Aber auch für die ausser den Alpen nur im Ural vorhandenen 4 Arten: Paradisia Liliastrum, Swertia perennis, Gentiana obtusifolia und Salix glabra, scheinen die Alpen der Ausgangspunkt.

Mit geringerer Sicherheit wagen wir, die in Scandinavien und Ural, sonst aber nicht im Norden vorkommenden Sempervivum tectorum, Anemone vernalis, Trollius europaeus, Mulgedium alpinum, Gentiana campestris, Nigritella angustifolia, Veronica fruticulosa (bis Island), den Alpen zuzuweisen. Und vollends zweifelhaft ist uns die nordische oder alpine Heimat der vom Ural und Scandinavien bis Grönland sich erstreckenden Sedum annuum, Alchemilla alpina, Hieracium prenanthoides, Gymnadenia albida und Polypodium alpestre und des bis Labrador gehenden Gnaphalium supinum. Unzweifelhaft nord-europäischen Ursprungs sind dagegen die in den Alpen seltenen Juncus squarrosus (Scandinavien, Grönland, Ural), Carex chordorhiza (Scandinavien, Ural). Dahin gehört auch Luzula glabrata, die von Scandinavien und dem Ural bis ins arctische Asien geht, sonst aber dem Norden fehlt. — Völlig disjunct stehen endlich die ausser den Alpen nur im arctischen Asien vorkommenden Koeleria hirsuta und Leontodon pyrenaicus da.

Wenn wir nun jene 41 zwar im Norden von Labrador bis zum Ural auftretenden, aber nur als Ausstrahlung der Alpen aufzufassenden Arten von der Gesammtzahl der 271 abziehen, so bleiben als eigentlich nordische, deren Heimat der Norden, deren Colonie die Alpen sind, blos 230 übrig, also ein Drittheil unserer 693 Species. Die 16 übrigen so eben angeführten Arten aber gehören mit mehr oder minderer Sicherheit einer europäischen Gruppe nordisch-alpiner Pflanzen zu.

An diese europäische Gruppe reiht sich nun eine amerikanische: Anemone alpina ist in Ost- und West-Amerika, Bupleurum ranunculoides und Laserpitium hirsutum in West-Amerika vorhanden; alle 3 kommen nur noch in den Alpen vor.

Bis Scandinavien gehen von amerikanisch-alpinen Arten:

Thlaspi montanum,
Cobresia caricina,
Euphrasia Salisburgensis,
Carex Heleonastes,
Allosorus crispus,
Saxifraga aizoon,
— adscendens.

Bis in den Ural:

Saxifraga aizoides,
Carex Persoonii,
— irrigua,
— rigida,
Tofjeldia borealis,
Subularia aquatica,
Bartsia alpina,
Epilobium origanifolium,
Potamogeton praelongus,
Draba Johannis,
Juncus arcticus,
Arenaria ciliata.

Von diesen sind alle, ausser Draba Johannis, auch in Scandinavien.

Endlich gehen folgende:

Gnaphalium carpathicum,
Silene acaulis,
Eriophorum Scheuchzeri,
Saxifraga coespitosa,
— exarata,

aus Amerika nach dem arctischen Asien, ohne bis ins temperirte Asien einzudringen. (Sie schliessen sich einigen ganz gleich ausstrahlenden rein nordischen Arten an: Pedicularis flammea und hirsuta, Delphinium Menziesii (Middendorfii), Arenaria Rossii). — Streptopus amplexifolius, Cystopteris montana und Arabis alpina streifen aus West-Amerika nach Kamtschatka hinüber.

Diese amerikanische Gruppe umfasst 30 Arten. — Nach Abzug dieser nord-europäischen und amerikanischen Gruppen von zusammen 46 Arten bleiben von nordischen Arten übrig 184, welche zu der grossen Hauptgruppe, der nord-asiatischen, gehören. Und von diesen gehören 182 den Gebirgen des temperirten Asiens, nur 2 dem arctischen Zirkel an.

Von diesen nordischen Arten kann man 92 als circumpolare, d. h. in ungefähr gleichmässiger Verbreitung in allen arctischen Gebieten rund um den Pol herum laufende bezeichnen, während 100 auf der östlichen Erdhälfte dominiren.

So viel über das nordische Areal der Alpenpflanzen im Allgemeinen. — Bei der Betrachtung der einzelnen mittel- und süd-europäischen Gebirge werden wir auf diese nordischen Arten zurück zu kommen haben.

Zu den 422 Arten, welche unsre Tabelle als rein alpin, d. h. dem Norden fehlend, aufweist, wären nach den bisherigen Untersuchungen fernere 41 zu rechnen, die von den

Alpen nach dem Ural, Scandinavien, Grossbritannien, Island, Grönland und Labrador ausstrahlten; dann aber noch ein — allerdings nicht genau zu bestimmender — Theil der nord-europäischen Gruppe. — Bleiben wir jedoch — bei der Möglichkeit abweichender Ansichten über die Heimat dieser Arten — bei den 422 im Norden absolut fehlenden Species stehen.

Diese Arten bilden die alpine Gruppe; sie haben ihre Heimat, ihren Entstehungsheerd unzweifelhaft in den Gebirgen, welche im Norden des Mittelmeers sich hinziehen, vor Allem in der grossen Alpenaxe, die in den eigentlichen Alpen ihr Centrum hat, zu welcher aber für unsre Untersuchung ganz entschieden auch die Pyrenäen im Westen, die Carpathen im Osten gehören.

B. Mediterrane Arten. Neben diesen Alpen im weitern Sinne kann man nun aber nicht umhin, ein anderes Gebiet als Heimat einer gewissen Quote unserer Liste zu betrachten. Es ist dies die Mittelmeerregion.

Fasst man die Gesammtheit oder einen einzelnen Bezirk der Mittelmeerflora ins Auge, so wird man bald gewahr, dass ihr neben den so ausgezeichneten, so scharf von allen andern Florenreichen sich scheidenden Typen der Ebene und Hügel eine Anzahl echter Hochgebirgstypen zukommt, welche nach ihrer systematischen Verwandtschaft wie nach ihrer localen Begrenzung sich innig an die echte Mediterranflora anschliessen, ihr gerade so gut zugehören, als die Littoralpflanzen. Besonders reich an solchen alpinen und nivalen Mittelmeerarten ist Süd-Spanien und der Taurus, aber auch die übrigen, diesem Meere nahen Gebirge zeigen solche Species. Beispiele solcher Arten sind vor allen aus den Pyrenäen: Astrocarpus sesamoides und Reseda glauca, aus der für die mediterrane Flora bezeichnendsten Familie der Resedaceen. Ferner: Passerina nivalis, Jurinea mollis. Dann aus Süd-Spanien: Reseda complicata, aus der glacialen Region der Sierra Nevada. Ferner die Gebirgs-Erodium: petraeum, asplenioides, trichomanaefolium. Die Linarien: L. glacialis, nevadensis, Convolvulus nitidus, Santolina elegans, Paronychia aretioides, Jasione amethystina, Vella spinosa, Ptilotrichum purpureum und spinosum, Genista aspalathoides, Anthyllis tejedensis, Arundana und Webbiana, Andryala Agardhii, Hypericum ericoides, Merendera Bulbocodium, Carduus carlinoides. Endlich die Alpendolden mit knolligem Rhizom. Butinia bunioides, Heterotaenia thalictroides, Bunium nivale Reutera procumbens, an die sich für die Pyrenäen Xatardia scabra und Endressia pyrenaea reihen. Dann aus Cilicien: Unter den 14 von Kotschy für die Höhen von 10,000—11,000 Fuss angegebenen Arten ist Lamium eriocephalum, Alysum argyrophyllum, Ajuga Chia, Hypericum crenulatum, Euphorbia densa, Eunomia oppositifolia und rubescens, Heldreichia

Kotschy. Zwischen 8,000 und 11,000 Fuss wachsen allein von Astragalen: pelliger eriophyllus, melanocephalus, amoenus, chionophilus.

Niemand wird allen diesen Hochgebirgspflanzen die Zugehörigkeit zur Mittelmeerflora nach Verwandtschaft, Habitus und Verbreitung abstreiten. Denn zu welcher andern Flora als gerade zu dieser kann eine Alpenform der Genera Reseda, Erodium, Convolvulus, Lamium, Euphorbia gehören?

Von solchen mediterranen Gebirgsspecies ist nun eine nicht ganz unbedeutende Zahl in die Alpenkette, besonders in deren südwestliche und südöstliche Theile eingedrungen, und selbst die mittleren Alpen zeigen Spuren davon. Es versteht sich, dass dermalen noch nicht an eine genaue Ausscheidung dieser Arten gedacht werden kann: dazu reicht unsre Kenntniss lange nicht aus. Wie mediterrane Arten der tiefern Regionen sich bis in unsre Länder hineinzogen (z. B. Iberis saxatilis bis in den Jura des Sundgau, Hypericum Coris bis Cant. Glarus; von den vielen die Culturpflanzen begleitenden Arten zu geschweigen), so ist dies auch der Fall gewesen mit Arten der Alpenregion.

Dahin gehören nach unsrer Ansicht unzweifelhaft:

Lamium longiflorum,
Sideritis hyssopifolia,
Teucrium pyrenaicum,
Betonica Alopecuros,
Passerina dioica,
Paronychia serpyllifolia,
— polygonifolia,
Ononis cenisia,
Iberis Aurosica,
— Garrexiana,
Isatis alpina,
Artemisia lanata,
Carduus Aurosicus,
Carduus carlinaefolius,
Centaurea uniflora,
Saxifraga lingulata,
— Lantoscana,
— cochlearis,
— florulenta,
Primula marginata,
Eryngium Spina alba,
Hypericum nummularium,
Geranium argenteum,
Geum heterocarpum,
Alopecurus Gerardi,
Koeleria alpicola,
Avena montana,
Colchicum alpinum,
Scrophularia Hoppei,
Viola nummularia,
Dianthus neglectus,
— tener,
— subacaulis,
Silene Vallesia,
Hieracium lanatum,
Astragalus depressus,
— aristatus.

Aber eben so gut gehören wohl hieher die weiterhin, bis in die innern oder nördlichen Alpen verbreiteten:

Aethionema saxatile,
Festuca pilosa,
Erica carnea,
Globularia cordifolia,
— nudicaulis,
Crocus vernus,
Cerinthe alpina,
Erinus alpinus,
Helianthemum canum,
— alpestre,
Eryngium alpinum.

Dafür sprechen theils ihre Verwandtschaft, theils ihre überwiegende Verbreitung nach Süden hin.

Ziehen wir diese Arten — deren genaue Zahl nicht zu ermitteln ist — ab von der Gesammtzahl der 422 Species, so bleibt die echte Alpenflora übrig, deren Ursprungsort die grosse Alpenaxe mit ihren Zweigen ist.

C. Alpine Arten. Wie innerhalb der nordischen Gruppe, so zeigt sich auch hier auf beschränkterm Feld allerdings — die allergrösste Mannigfaltigkeit und Eigenartigkeit: es sind kaum 2 Arten, deren Verbreitungsbezirk, deren Centrum, genau gleich ist. Jede einzelne Art hat also ihre Specialgeschichte und ihre Eigenthümlichkeit gegenüber den physischen Einflüssen.

Die 422 (693 abzüglich der 271 nordischen Arten) der alpinen Axe eigenen Arten zeichnen sich vor allem von den nordisch-alpinen Arten aus durch eine viel beschränktere Verbreitung. Im Ganzen bildet die Grenze der rein alpinen Vegetation: Nördlich der deutsche Gebirgsstrich, südlich die ins Mittelmeer auslaufenden Halbinseln. Im Osten ist der Caucasus das letzte, die alpine Einwirkung deutlich zeigende Gebirg. Nur schwache Strahlen greifen weiter: nach Scandinavien, nach dem Ural, nach Grönland und Labrador im Norden; nach dem Taurus, nach Persien im Orient. Im Gegensatz zu dieser geringen Expansionskraft ist die der nordischen, besonders der nord-asiatischen Flora eine sehr mächtige: nicht nur die Alpen, sondern alle Gebirge der alten wie der neuen Welt tragen in ihrer Hochregion eine reiche Zahl dieser Pflanzen. Nord-Asiens Gebirge haben die Polarzone, den Himalaya, die Felsengebirge reichlich colonisirt und die tropischen und antarctischen Gebirge zeigen noch Ausstrahlungen dieser nord-asiatischen Flora.

In Bezug auf die Verbreitung der rein alpinen, nicht nordischen Alpenarten lassen sich nun mannigfaltige Gruppen bilden. Die einen halten sich in der eigentlichen Alpenkette, sogar nur an Einem Punkt derselben, andre berühren alle Glieder der alpinen Axe, manche strahlen in die nördlich und südlich vorliegenden Ketten aus, manche halten sich genau an die Axe selbst.

Als Arten, die nur in der eigentlichen Alpenkette (höchstens mit Inbegriff des Jura), vorkommen, und daselbst eine grosse, oder wenigstens nicht unbedeutende Verbreitung haben, die also Charakterpflanzen der Alpenkette im engsten Sinne heissen können, sind 29 zu nennen:

Aquilegia alpina,
Draba Traunsteineri,
Thlaspi rotundifolium,
Alsine aretioides,
Geranium aconitifolium,
Astragalus leontinus,

Epilobium Fleischeri,
Saxifraga Seguierii,
— stenopetala,
Eryngium alpinum,
Bupleurum stellatum,
Artemisia nana,
Achilla macrophylla,
— atrata,
Cirsium spinosissimum,
Soyeria hyoseridifolia,
Hieracium staticefolium,
Phyteuma humile,
Campanula thyrsoidea,
— cenisia,
Gentiana bavarica,
Pedicularis fasciculata,
Androsace helvetica,
— glacialis,
Rumex nivalis,
Daphne striata,
Salix caesia,
Carex microstyla,
Festuca Scheuchzeri.

Von Arten, die in namhafter Verbreitung nur in den Gliedern der alpinen Axe von den Carpathen bis zu den Pyrenäen, nicht aber in den vorliegenden Gebirgen auftreten, zähle ich 50:

Gentiana brachyphylla,
Potentilla minima,
Primula integrifolia,
— glutinosa,
— villosa,
— latifolia,
— spectabilis,
— longiflora,
Carex curvula,
— clavaeformis,
— foetida,
— firma,
— tenuis,
Sesleria disticha,
Trisetum distichophyll.,
Anemone baldensis,
Ranunculus pyrenaeus,
Ranunculus parnassifolius,
Arabis bellidifolia,
Petrocallis pyrenaica,
Draba tomentosa,
Moehringia polygonoides,
Alchemilla fissa,
pentaphyllea,
Saxifraga retusa,
planifolia,
Astrantia minor,
Artemisia glacialis,
— mutellina,
Achillea nana,
Chrysanthemum alpinum,
Senecio incanus,
Hieracium glaucum,
Phyteuma pauciflorum,
Phyteuma Scheuchzeri,
Rhododendron ferrugineum,
— hirsutum,
Pedicularis rostrata,
— incarnata,
— recutita,
Androsace lactea,
— pubescens,
Soldanella pusilla,
Armeria alpina,
Pinus Larix,
Narcissus radiiflorus,
Globularia nudicaulis,
Crepis Jacquini,
Soyeria montana,
Polygala alpestris.

Die übrigen strahlen auf die mannigfaltigste Art nach Süd und Nord aus, und zwar so, dass eine weitere Gruppirung müssig erscheint und ich auf die einzelnen Arten selbst in der Tabelle hinweisen muss.

Von Arten, welche sich am allgemeinsten über den ganzen, den Alpen tributären Raum verbreitet haben, nenne ich:

Cardamine resedifolia,
Biscutella laevigata,
Thlaspi alpestre,
Draba aizoides,
Helianthemum canum,
— alpestre,
Viola lutea,
— calcarata,
Silene quadrifidia,
Rhamnus pumila,
Trifolium badium,
— pallescens,
Geum montanum,
Potentilla caulescens,
Saxifraga rotundifolia,
Astrantia major,
Meum athamanticum,
— mutellina,
Valeriana montana,
Adenostyles albifrons,
Gentiana lutea,
— asclepiadea,
— acaulis,
Calamintha alpina,
Plantago montana,
— alpina,
Rumex alpinus,
Pinus montana,
Crocus vernus.

Einige Verbreitungsbezirke zeichnen sich durch ihre intensive Geschlossenheit aus: Die Ausstrahlungen sind beschränkt; der rundliche Raum aber, den die Art einnimmt, ist fast ohne Ausnahme noch Lücke von ihr besetzt. Typus dieser Verbreitungsweise ist Swertia perennis, und fernere Beispiele:

Valeriana Tripteris,
Sorbus chamaemespilus,
Gypsophila repens,
Soldanella alpina,
Campanula pusilla,
Scabiosa lucida,
Epilobium trigonum,
Orchis globosa,
Bupleurum longifolium,
Homogyne alpina.

Den normalen Bezirk, wie er pag. 26 präcisirt wurde, überschreiten nicht mehr als circa 70 Arten, und zwar gehen, wie schon erwähnt, 18 nach Grossbritannien, 21 nach Scandinavien, 4 in den Ural, 5 nach Island, 2 nach Grönland, 4 nach Labrador, 2 ins arctische Asien, 2 in den Himalaya, 19 nach Persien und 23 nach Klein-Asien, während in fast allen diesen äussersten Grenzgebieten der alpinen Schöpfung die nordische eine überwiegende Rolle spielt. — Am weitesten schweifen von blos alpinen Arten Phleum Michelii, Draba aizoides, Viola lutea, welche von Transcaucasien bis Britannien gehen. Ebenso gehen Aconitum variegatum von Scandinavien, Cerastium latifolium und Saxifraga Cotyledon von Island bis Transcaucasien, und Oxytropis lapponica von Scandinavien bis in den Himalaya. Jedoch werden Manche diese letztern Arten für nordische, und nicht, wie ich es thue, für alpine halten. — Zwei fernere Beweise für die intensivere Expansion und die höhere Accommodations-Fähigkeit der nordisch-alpinen Arten liefert die Betrachtung der Pflanzen, welche am allgemeinsten und massenhaftesten in der Alpenkette vorhanden sind, und jener, welche die höchste Region des Gebirgs vorzugsweise bewohnen. Erstere, 172 an der Zahl, sind in der Tabelle mit 1 bezeichnet. Von diesen 172 sind nun 93 nordische, also mehr als die Hälfte. Letztere, mit a bezeichnet, erreichen die Zahl von 287, wovon 125, also fast die Hälfte, nordische sind. Von allen Arten der

Liste bilden dagegen die nordischen nur ein Drittheil. Also haben sich dieselben in einem grössern Verhältniss ausgebreitet, und zwar gerade im höchsten Theil des Gebirgs, als die rein alpinen Species. Dieselbe Erfahrung machen wir, wenn wir die 67 Arten, welche Hooker als vorzugsweise hochnordisch bezeichnet, ins Auge fassen. Von diesen kommen 31 auch in den Alpen, 36 nur im Norden vor. Dies Verhältniss stellt die mächtige Verbreitungs-Fähigkeit der nordisch-alpinen Arten in helles Licht: Wenn sich nahezu die Hälfte dieser hyperboräischen Flora in den Alpen ansiedeln und halten konnte, muss diesen Arten eine staunenswerthe Accommodations-Fähigkeit inne wohnen.

Einen etwas geringern Antheil von Alpenbewohnern ergiebt Malmgren's Liste der spitzbergischen Flora, deren 93 Arten sich in 7 ubiquistische, 35 rein nordische und nur 28 zugleich alpine zerlegen.

Eine Vergleichung der Alpenflora in allen ihren Beziehungen mit der nordischen, der mediterranen und der zwischen beiden liegenden Flora der mittel-europäischen Ebenen ist eine ausgedehnte Untersuchung für sich, die den Rahmen dieser Arbeit weit überschreitet.

Hier will ich nur erwähnen, dass nicht nur 422, bezüglich 463 Species, der Alpenflora eigenthümlich sind, sondern dass 30 grössere Gruppen, theils Genera, theils Subgenera, dieser Flora ausschliesslich angehören. Unsre Liste zählt im Ganzen 210 Genera.

Monotypische Genera dieser Art sind:

Hugueninia,
Petrocallis,
Berardia,
Aretia (Gregoria Duby),
Aposeris,
Nigritella,
Willemetia,
Chamaeorchis,
Malabaila,
Tozzia,
Paradisia,
Bellidiastrum,
Herminum.

Genera von mehreren Arten:

Rhaponticum,
Paederota,
Homogyne,
Soldanella,
Adenostyles,
Meum,
Astrantia.

Subgenera:

Aizopsis	unter	Draba,
Kernera	»	Cochlearia,
Chamaebuxus	»	Polygala,
Oreogeum	»	Geum,
Trachyphyllum	»	Saxifraga,
Zahlbrucknera	unter	Saxifraga,
Hydatica	»	—
Aretia	»	Androsace,
Auricula	»	Primula,
Arthritica	»	—

Alpin-nordisch, mit Ausschluss der zwei übrigen Glieder der europäischen Flora, sind 34 Genera:

Atragene,
Trollius,
Cochlearia,
Subularia,
Phaca,
Dryas,
Sibbaldia,
Rhodiola,
Gaya,
Archangelica,
Linnea,
Aronicum,
Arnica,
Cineraria,
Saussurea,
Mulgedium,
Azalea,
Swertia,
Pleurogyne,
Polemonium,
Eritrichium,
Wulfenia,
Bartsia,
Trientalis,
Cortusa,
Oxyria,
Empetrum,
Scheuchzeria,
Streptopus,
Loydia,
Elyna,
Kobresia,
Woodsia,
Allosorus.

Und folgende 12 Subgenera:

Hecatonia	unter	Ranunculus,	Arabida	unter	Saxifraga,
Leucodraba	„	Draba,	Aizoides	„	—
Dischidium	„	Viola,	Dactyloides	„	
Lupinaster	„	Trifolium,	Micranthes	„	
Porphyrion	„	Saxifraga,	Chamaejasme	„	Androsace,
Hirculus	„		Aleuritia	„	Primula.

Mediterran-alpine Genera zähle ich 16:

Brassica,
Biscutella,
Iberis,
Aethionema,
Athamanta,
Ligusticum,
Anthemis,
Picris,
Cerinthe,
Linaria,
Sideritis,
Passerina,
Crocus,
Colchicum,
Paronychia.

Besonders auffallend sind alpin-nordische, sonst nur der Mediterranflora angehörende Genera:

Papaver, Delphinium, Oxytropis, Hedysarum, Veratrum, Aizoonia unter Saxifraga, Nominium unter Viola.

Sämmtliche aufgezählten 69 Genera fehlen der europäischen Ebenenflora; denn wenn auch einige in den Localfloren enthalten sind, z. B.: Iberis amara, Anthemis Cotula, Linaria vulgaris, Colchicum autumnale, Delphinium con olida, Papaver Rhoeas, etc., so sind dies Eindringlinge der Mediterranflora.

Mit der Ebenenflora hat die Alpenflora 140 Genera gemeinsam. Darunter sind folgende, der arctisch-alpinen Flora fehlende Genera: Capsella, Helianthemum, Melanium unter Viola, Polygalon unter Polygala Gypsophila, Mohringia, Hypericum Geranium, Rhamnus, Ononis, Trifoliastrum unter Trifolium, Coronilla, Fragariastrum unter Potentilla Herniaria Eryngium, Laserpitium, Scabiosa, Petasites, Achillea mit Ausschluss von Ptarmica, Carduus, Centaurea, Carlina, Scorzonera, Erica, Scrophularia, Lamium, Betonica, Teucrium, Globularia Armeria, Plantago, Daphne, Narcissus.

Mit der Mediterranflora hat die Alpenflora 90 Genera gemeinsam. 40 Genera gehen durch alle 4 Floren hindurch. 136 Genera sind dem Norden und den Alpen gemeinschaftlich.

Schon aus dieser kurzen Uebersicht der Genera geht hervor, dass sich die Alpenflora von den zwei local am nächsten stehenden Floren: der arctisch-alpinen und der Ebenenflora, auch systematisch, der Verwandtschaft der Typen nach nicht wesentlich unterscheidet, und dass auch zu der mediterranen Flora eine nahe Beziehung vorhanden ist. Auch jene erst aufgezählten, den Alpen eigenthümlichen Genera lehnen sich innig an solche an, die der Ebenenflora zugehören. Die Eigenartigkeit der Alpenflora ist nur in Bezug auf die Species, nicht aber auf höhere systematische Gliederungen vorhanden; erst bei der Vergleichung der mediterranen mit der Alpen- und der angrenzenden Ebenenflora stossen wir auf Unterschiede letzterer Art in erheblichem Maasse. Also lässt sich der Gedanke eines genetischen Zusammenhangs zwischen nordischer, alpiner und Ebenenflora nicht ohne Weiteres abweisen, und wenn es gestattet ist, an gewisse Analogien zu erinnern, die hiefür sprechen, so verweise ich auf die merkwürdige Verbindung, welche einige weisse Wasserranunkeln der Ebene aus der Abtheilung Batrachium durch abnorm terrestre Ausbildung mit der echt alpinen Abtheilung Hecatonia herstellen. Ferner erinnere ich an die vielen alpinen Formen, welche sich so nahe an Species der Ebene anschliessen, dass nur noch für alle der stricte Nachweis von Uebergängen zu leisten ist, um beide in Eines zusammen zu ziehen. Unsre Schlussbemerkungen zählen solcher Formen 37 auf, von denen vielleicht die Hälfte mit Sicherheit von den Ebenenformen abzuleiten ist.) — Dies widerspricht allerdings der von den Geologen aufgestellten Theorie des höhern Alters der alpin-nordischen Flora gegenüber der Ebenenflora, und würde eher auf einen gemeinsamen Ursprung mit späterer Ausbildung in diese zwei nunmehr local getrennten Glieder derselben Flora deuten. — Wenn man bedenkt, dass im temperirten Asien die Ausgangspunkte dieser beiden Floren nahe beisammen liegen, scheint diese Vermuthung um so natürlicher. Ein Theil dieser Flora, im Hochgebirg Asiens umgebildet, hätte dann

durch die Wasserbewegungen der Diluvialzeit sich über die Gebirge verbreitet; ein andrer Theil, in den Ebenen Asiens ausgebildet, hätte nach dieser Glacialzeit Mittel-Europa's Ebenen überzogen. Dies würde allerdings eine nur theilweise Vereisung und Ueberfluthung voraussetzen. Aber schon hat man sichere Anhaltspunkte dafür, dass dieses Phänomen mit Unterbrechungen, räumlichen wie zeitlichen, stattgefunden habe. Während der Glacialzeit hätte sich in den Alpen die rein und eigentlich alpine Flora ausgebildet und mit den Gletschern in die nächst umliegenden Gebirge verbreitet.

Dass das Wasser als Vermittler der Wanderungen jener nordisch-alpinen Arten gedient hat, ergiebt sich aus folgender Vergleichung: Was Alph. De Candolle über die cosmopolitische Verbreitung der Wasserpflanzen gesagt hat, bestätigt sich durch unsre Liste in unerwartet hohem Maasse. Denn jene nordisch-alpinen Arten, die sich von Asien aus so weit über die Polarländer und die Gebirge der Erde erstreckt haben, sind fast durchgängig solche, welche an stark befeuchtete Stationen gebunden sind, während die grosse Mehrzahl der rein alpinen Arten, deren Verbreitungsbezirk so weit hinter dem der nordischen zurückblieb, dem trockenen Felsen angehören. Ich zähle — natürlich nur mit annähernder Genauigkeit — blos 68 rein alpine Arten, welche auf feuchte Standorte angewiesen sind. Ich verstehe hierunter sumpfigen Grund oder von Schneewasser stark durchnässte Stellen, im Gegensatz zu trockenem Rasen und nacktem, nicht von Wasser berieseltem Fels. Beispiele:

Sumpf:

Trifolium badium,	Willemetia apargioides
Epilobium trigonum,	Colchicum alpinum,
Cirsium spinosissimum,	Scirpus alpinus,
3 Homogyne-Arten,	Carex foetida.

Schmelzwasser:

Ranunculus alpestris,	4 Gentiana,
— montanus,	7 Pedicularis,
— pyrenaeus,	4 Soldanella,
Arabis bellidifolia,	Primula integrifolia,
Cardamine asarifolia,	— glutinosa,
— bellidifolia,	— longiflora,
Saxifraga stenopetala,	Rumex nivalis.
— paradoxa.	

Diesen species udae, $^1/_6$ der Gesammtzahl der rein alpinen Arten, stehen volle $^5/_6$ gegenüber, welche trockener Unterlage angehören. Und diese species rupestres sind

gerade die charakteristisch-alpinen Pflanzen: die schaftlosen Androsace, die weissen Potentillen, die Saxifragen der Aizoon- und Caesia-Gruppe, die Valerianen, die Phyteuma, Campanula, Achillea, Geum, Sempervivum, Linaria, Sesleria, Hieracium, etc. Von den sonst wasserliebenden Epilobium ist E. Fleischeri des Felsenschuttes rein alpin. Von 8 Alpenartemisien, alle trockene Felsenpflanzen, ist keine nordisch, obwohl der Norden 5 eigene, ebenfalls rupestre Arten hat. Von 12 Salices ist nur die S. caesia des trockenen Gerölls rein alpin. Dagegen ergiebt die Liste der nordisch-alpinen Arten nur 64 Species rupestres; alle übrigen, d. h. 3/4 der Gesammtheit, sind Species udae, und manche eigentliche Palustres.

Zu den nordischen Species rupestres gehören:

Papaver alpinum,
Silene rupestris,
— acaulis,
Cerastium alpinum,
Alchemilla alpina,
Saxifraga oppositifolia,
— exarata,
— muscoides,
Hieracium alpinum,
4 Arabis,
Alsine biflora,
Sagine saxatilis,
5 Potentilla,
Rhodiola rosea,
Aster alpinus,
2 Erigeron,
3 Gnaphalium,
Carex rupestris,
Carex rigida,
4 Draba,
3 Veronica,
Eritrichium nanum,
Androsace villosa,
— Chamaejasme,
Juncus trifidus,
Gaya simplex,
Luzula spadicea,
— spicata.

In welch bedeutendem Grade die Udae dominiren, zeigen folgende Beispiele: Von den 8 alpinen Felsen-Festuca ist nur F. Halleri im Norden vorhanden, während von den 5 Poa des nassen Gerölls 4, von den 7 trockenen Avena aber nur 2, von 4 Sesleria keine nordisch sind. — Von 30 Carices sind 22 nordisch; die 8 rein alpinen sind grösstentheils Felsenpflanzen; C. baldensis, curvula, und die Gruppe der C. sempervirens, von deren 5 Gliedern nur C. ferruginea nordisch ist. — Von 7 Juncus ist nur J. Jacquini rein alpin, die übrigen nordisch. Die trockene Pinus montana wird im Norden durch die Feuchtigkeit liebende Alnus viridis ersetzt. — Von 17 Primula ist nur eine, die torfliebende P. farinosa, nordisch. — Von 10 Labiaten hat der Norden nur 2. — Von 8 Trifolium ist nur das torfbewohnende Tr. spadiceum nordisch; auf 7 rein alpine Felsen-Achilleen hat der Norden nur die feuchte Ptarmica alpina. — Es ist merkwürdig, wie gerade für die Pflanzen der Compositenfamilie, deren Pappus die Wanderung der Saamen vorzugsweise zu begünstigen scheint, bei weitem am wenigsten, ja fast gar keine Gemeinschaft zwischen dem Norden und den Alpen herrscht. Von den 83 Compositen der Alpen sind nur 22 nordisch, und im ganzen Norden verbreitet nur 8. Die 83 Compositen sind fast sämmt-

lich Spec. siccae, während von den fast sämmtlich wasserliebenden 106 Monocotylen der Alpen 70 nordisch, 24 circumpolar sind, und von den 22 alpinen Monochlamydeen, ebenfalls vorwiegend Spec. udae, dem Norden 18 angehören, wovon allein 8 circumpolare Salicineen.

Hienach scheint der Schluss wohl gerechtfertigt, dass in irgend einer Weise das Wasser der Motor ist, welchem die nordische Flora ihre weite Verbreitung verdankt. Sehen wir uns nun um nach den Spuren einer Wasserbewegung, welcher wir den Transport dieser Pflanzen zuschreiben können, so stossen wir unfehlbar auf die Ablagerung des Diluviums, auf das erratische Phänomen. Doch sind die erratischen Spuren von ferne nicht in der Ausdehnung nachgewiesen, welche die nordisch-alpine Flora uns heute zeigt. Die Drift des scandinavischen Gebirgs reicht nachweislich nach Süden hin nicht über den Harz und die Sudeten hinaus, und doch sind die Alpen so reich an nordischen Arten; die Drift der Alpen erstreckt sich in erratischen Ablagerungen nicht weiter als bis über die nördlichsten Juraketten und in die bayrische Ebene einerseits, und bis Turin andererseits, und doch haben die Sudeten wie der Apennin den Hauptstock der alpinen Flora erhalten. Endlich weist uns bis jetzt keine erratische Spur den Weg nach, den die vielen Scandinavien fehlenden Arten des altaischen und östlichen Sibiriens in unsre Alpen genommen haben. Aber der Transport der Pflanzen ist ja nicht nothwendig an den Transport von Geschiebe und Felsblöcken gebunden; die Strömungen der Wasser und das Treibeis mögen Saamen und Rhizome weiter getragen haben, als die schwereren Boden-Bestandtheile.

Nach diesen Anhaltspunkten mag sich nun die Phantasie eine Geschichte der Gebirgsfloren entwerfen: dabei vergesse man aber nicht, dass von dem Phantasiegebilde bis zur festgestellten Thatsache noch ein weiter, undurchmessener Raum liegt; man vergesse ferner nicht, dass fast jeder grossen Hauptströmung eine kleinere, schwächere in entgegengesetztem Sinne entspricht, wie uns die vielen disjuncten Arten zeigen, dass also diese Geschichte eine complicirte und eine lange sein muss.

III. Specielle Untersuchung der Gebiete.

1) Der Jura. Heer hat darauf hingewiesen, dass die Colonisation dieses Gebirges durch den alten Rhonegletscher, also von den Walliser Alpen aus, geschehen sein müsse, was z. B. durch das Fehlen des Rhododendron hirsutum der nördlichen Alpen und das

Vorhandensein des in Wallis häufigen Rh. ferrugineum sich beweise. Doch leiten andre Arten darauf hin, dass Wallis nicht der einzige Ausgangspunkt der jurassischen Hochvegetation sein kann. Von den 199 Arten des Jura sind blos 179 mit den Walliseralpen gemeinschaftlich. Eine Anzahl von 10:

Aconitum Anthora,
Arabis stricta,
Erysimum ochroleucum,
Alsine Bauhinorum,
Arenaria grandiflora,
Hypericum Richeri,
Ligusticum ferulaceum,
Sideritis Hyssopifolia,
Androsace villosa,
Heracleum alpinum.
(letzteres hat Niemand der Neuern in Wallis wirklich gesehen),

fehlen Wallis und sind mit vielen andern Pflanzen der tiefern Region (z. B.: Anthyllis montana, Centranthus angustifolius, Iberis saxatilis, etc.) von Südwesten (Dauphiné etc.) her in den Jura ausgestrahlt.

Fernere 5 Arten fehlen Wallis, gehören aber den kalten Torfmooren der nördlichen Schweizeralpen an:

Saxifraga Hirculus,
Betula nana,
Carex Heleonastes,
Carex chordorhiza,
Scheuchzeria palustris.

Das Vorkommen der in den Schweizeralpen fehlenden Alsine stricta deutet entschieden auf eine scandinavische Herkunft, und weist auch für die 5 eben genannten auf diese Heimat hin. Freilich fehlt die Alsine den zwischenliegenden deutschen Gebirgen, und findet sich nur noch in den bayrischen Alpen. Hieracium porrectum fehlt Wallis ebenfalls und findet sich erst am Wetterhorn. Aus dem Gebirgsstock des centralen Frankreich, also wohl mittelbar aus den Pyrenäen scheinen zu stammen: Hieracium vogesiacum (auch in den Vogesen) und Scrophularia Hoppei, denn es findet sich keine nähere Localität dieser Arten. Aus den Ostalpen tritt in die nordöstliche Alpenkette über: Leontodon incanus.

Wie über alles Maass verwickelt mag nun die Mischungsgeschichte der Vegetation grösserer Gebirge sein, wenn schon der kleine, den Alpen so nahe liegende Jura solche Beispiele von verschiedenen Einflüssen zeigt? Noch mehr entwickelt sich dieser Eindruck, wenn man bedenkt, wie sich trotz der Alpennähe die einzelnen alpinen Arten im Jura so verschieden entfaltet haben. Während Erinus alpinus, Rhamnus alpina, Coronilla vaginalis, Campanula rhomboidalis, und besonders Androsace lactea und Heracleum alpinum im Jura eine Häufigkeit erlangten, die sie nirgends in der Alpenkette erreicht haben,

so fehlen im Jura nicht nur die als Granitpflanzen (psammische Arten nach Thurmann) betrachteten Arten, wie Silene rupestris, Saxifraga stellaris, Rhodiola rosea, Hieracium albidum, Luzula spadicea, Carex frigida, etc., sondern es fehlen daselbst auch die in allen Alpen, ohne Unterschied des Gesteins, namentlich auch im Wallis so häufigen Alnus viridis, Rumex alpinus, Geum montanum, Meum Mutellina im Jura ganz oder fast ganz. Thlaspi montanum L. ist im nördlichen Jura in seiner typischen Form häufig, tritt jedoch im Wallis nur in der vielsaamigen Hochalpenform Th. alpinum Jacq. auf. Und bereits zeigen sich im Jura Formen, die von den verwandten alpinen Arten constant abweichen und auf dem Wege scheinen, zu eigenthümlichen jurassischen Species sich aufzuthun: so die Form Thlaspi Gaudini des Th. alpestre, Sempervivum Fauconnetii des S. arachnoideum, Agrostis filiformis der Agr. rupestris.

2) Vogesen. Auch die Lage dieses Gebirges scheint eine rein tributäre Stellung zu den nahen im Gesichtsfeld seiner Gipfel liegenden Schweizeralpen zu bedingen, und zwar scheint als die Brücke, über welche die alpinen Arten nach den Vogesen gelangt sind, der im Sundgau direct an sie sich legende Jura betrachtet werden zu müssen. Dem ist aber nicht so: Von den 75 Arten, welche unsre Tabelle ausweist, fehlen 20 dem Jura gänzlich:

* Anemone vernalis,
* Silene rupestris,
Rhodiola rosea,
* Sedum annuum,
* — repens,
* Saxifraga stellaris,
* Leontodon pyrenaicus,
Hieracium albidum,
— alpinum,
* Ajuga pyramidalis,
Luzula spadicea,
Carex frigida,
* Allosorus crispus,
* Biscutella laevigata,
Juncus squarrosus,
Saxifraga coespitosa,
Androsace carnea,
Mulgedium Plumieri,
Carlina nebrodensis,
Pieris pyrenaica.

Und von diesen 20 Arten sind die ersten 14 in den innern Schweizeralpen, besonders den granitischen, verbreitet. Die 6 letztgenannten weisen jedoch auf andre Heimatgebiete. Juncus squarrosus ist in den Alpen ganz selten (allein am St. Gotthardt), dagegen in Nord-Europa und den deutschen Mooren verbreitet. Saxifraga coespitosa findet sich in den Alpen erst bei Berneck im obern Rheinthal, und zwar in einer sehr abweichenden Form. Dagegen ist sie häufig auf den mitteldeutschen Gebirgen von den Sudeten an bis Luxemburg (Sax. Sponhemica), und im scandinavischen Norden; beide verhalten

sich also ähnlich wie Isoëtes lacustris, welche die Alpen völlig flieht, und wie Galium saxatile der Waldregion, welches in den Vogesen häufig ist, die Alpen aber nur im Nordosten, in Oesterreich, betritt (nach Reichenbach) und dem Jura und den Schweizeralpen fehlt. Die 4 letztaufgeführten Arten endlich zeigen entschieden nach Westen, nach den Gebirgen des centralen Frankreich und also nach den Pyrenäen. Und wenn auch Carlina n., Androsace c. und Mulgedium P. in den westl. Alpen, und Picris p. in den Ostalpen vorkommen, so scheinen dies nur noch weitere Ausläufer von Westen her. Ganz überzeugend für die pyrenäische Heimat ist die den Alpen völlig fehlende, in Pyrenäen und Auvergne gemeine Angelica pyrenaea der hohen Vogesen. — Also liegen auch für die alpinen Vogesenpflanzen mehrere Heimatsgebiete vor:

Die Alpen, und zwar zum Theil über den Jura, mit welchem die Vogesen 57 dieser Pflanzen gemein haben. Aber zu einem andern Theil auch direct, mit Ueberspringung oder Umgehung des Jura (14 Arten), dann die Pyrenäen (4 Arten). Von jenen 14 nicht jurassischen, aber alpinen Arten sind die mit * bezeichneten auch central-französisch. Dagegen fehlen 16 Vogesenarten diesem letztern Gebirge, so dass der Einfluss von Westen her beträchtlich hinter dem der Alpen geblieben zu sein scheint.

Endlich weist Juncus squarrosus und Sax. coespitosa nach Norden. — Man könnte versucht sein anzunehmen, dass jene alpinen, nicht jurassischen Arten insgesammt nicht direct aus den Alpen, sondern von Norden her nach den Vogesen gelangt seien. Dem widersprechen aber Biscutella, Leontodon pyrenaicus, Hieracium albidum, welche Scandinavien ganz fehlen; ferner Silene rupestris, Sedum annuum und Saxifraga stellaris, welche zwar in Scandinavien vorhanden sind, aber den zwischenliegenden mitteldeutschen Gebirgen fehlen und nur in den alpennahen Vogesen und im Schwarzwald vorkommen.

Also auch für die Vogesen ein complicirtes Bild von Einwanderung aus Süd, West, Nord und Ost.

3) Ein einfacheres Bild bietet der den Alpen noch näher liegende Schwarzwald. Auch hier fällt zunächst auf, dass von den 81 Arten 19 dem jurassischen Bindeglied fehlen. Ausser den schon für die Vogesen genannten

Silene rupestris,
Saxifraga stellaris,
Hieracium alpinum,
Leontodon pyrenaicus,
Ajuga pyramidalis,
Luzula spadicea,
Carex frigida,

sind es folgende:

Trifolium spadiceum,
Gnaphalium supinum,
Hypochoeris uniflora,
Alnus viridis,
Agrostis alpina,
Senecio cordatus.
Geranium macrorhizon,
Trientalis europaea,
Androsace septentrionalis,
Salix Arbuscula,
Juncus squarrosus,
Poa laxa.

Hier ist es der geographischen Lage nach noch leichter als bei den Vogesen, eine directe Einwanderung aus den Alpen her anzunehmen.

Den Vogesen fehlen 29 Schwarzwaldarten, und darunter sehr charakteristische Hochalpenarten, z. B.: Hypochoeris uniflora, Ranunculus montanus, Gnaphalium supinum, Soldanella alpina, Alnus viridis, Primula auricula, etc.; Pinus montana, die im Schwarzwald dominirt, ist in den Vogesen ganz selten, eine der sonderbarsten Anomalien in der Verbreitung dieses Baumes. Dagegen fehlen dem Schwarzwald einige, erst in den Sudeten wieder auftretende Vogesenarten: Rhodiola rosea, Sedum repens, etc. Es fehlt auffallender Weise auch Saxifraga coespitosa, während Galium saxatile und Isoëtes vorhanden sind. Ferner ist ein Einfluss von Westen her nicht mehr fühlbar: von den 4 central-französischen Arten der Vogesen beherbergt der Schwarzwald keine.

Also erscheint als Heimat der alpinen Schwarzwaldarten fast durchgängig die mittlere Schweizer Alpenkette. Eine seltsame Ausnahme bietet das im Schwarzwald jedenfalls seltene, wenn nicht zweifelhafte Geranium macrorhizon, welches erst in den Ostalpen sich wieder findet. Und auf den Norden weist Juncus squarrosus, der in den Alpen so selten ist (St. Gotthardt, sonst nirgends), und neben Isoëtes und Galium saxatile auch die in den Alpen spärliche Trientalis.

4) Wenden wir uns nun den mitteldeutschen Gebirgen, besonders den Sudeten, zu. Hier thut sich schon ein grösserer Schauplatz auf. Man ist gewohnt, sich nur nach dem Norden als der Heimat der Sudeten-Höhenflora zu wenden. Aber dies ist falsch: im Grossen und Ganzen sind auch diese Ketten den Alpen tributär, denn von den 166 Arten fehlen 52 dem Norden ganz und 9:

Ranunculus aconitifolius,
Aconitum variegatum,
Potentilla intermedia,
Alchemilla fissa,
Asplenium fissum,
Sedum repens,
Campanula barbata,
Ajuga pyramidalis,
Hieracium cydoniaefolium,

dominiren in den Alpen und finden sich nur noch in Scandinavien, und sind nach unsrer Ansicht dahin aus den Alpen über die Sudeten eingewandert. — Also zusammen 61 Arten.

Davon ist Anemone alpina zwar im amerikanischen Norden vorhanden, fehlt jedoch der östlichen nordlichen Halbkugel, stammt also für die Sudeten aus den Alpen her. — Und unter diesen 61 Alpenarten, die in den Sudeten ihre Nordgrenze haben, sind viele der bezeichnendsten Alpentypen. Primula minima, Androsace obtusifolia, Sempervivum montanum, Saxifraga bryoides, Gentiana punctata. Daneben aber ist eine Einwanderung von Norden schon stärker zu spüren als in Vogesen und Schwarzwald, immer aber nicht in der Ausdehnung, wie man gewöhnlich annimmt. Es treten erstlich in den Sudeten etc., Arten in grosserer Entfaltung auf, die im Norden verbreitet, in den Alpen aber sehr selten sind: so Carex vaginata, rigida, Saxifraga coespitosa, und von den Pflanzen tieferer Regionen: Salix silesiaca, Laserpitium Archangelica, Conioselinum Fischeri, Galium saxatile. Dazu treten dann aber als Gebirgsarten der nordischen Aera, die den Alpen völlig fehlen: Crepis sibirica, Cerastium macrocarpum Schur (longirostre Wichura), Ligularia sibirica, Rubus chamaemorus, Saxifraga nivalis und Pedicularis sudetica, von welchen Ligularia sich zudem nicht in Norwegen, sondern erst im nördlichen Russland wieder findet.

Also sind die Sudeten in erster Linie der Grenzwall, an dem die Alpenvegetation gegen Norden endigt, aber doch auch eine Brücke, uber die einige Alpenarten weiter, bis Norwegen, wanderten und anderseits Theile nordischer Vegetation in die Alpen eindringen konnten, wobei einige Arten in ihrem Zug nach Süden durch die Sudeten aufgehalten wurden.

5) Die Sarmatisch-Deutsche Ebene hat eine Anzahl von Alpen-, ja Hochalpenarten aufzuweisen. Es sind deren 62. Sie sind theils aus den Alpen, theils aus Norden dahin gelangt, ohne dass bei den in beiden Bezirken vorhandenen Arten je genau zu scheiden sein dürfte, welche Art von Nord, welche von Süden eingewandert wäre. Ersteres scheint bei Linnea, Saxifraga Hirculus und adscendens, Carex chordorhiza, microstachya, Heleonastes und andern gewiss, und reiht sich an das Vorkommen von Cornus suecica, Andromeda calyculata, etc. an. — Nur alpiner, nicht nordischer Arten dringen 12 in die Ebene vor: sie sind theils über die Sudeten, theils über die Carpathen dahin gelangt. Nur bei Sedum Anacampseros muss die Einwanderung nach Süd-Russland von den Ostalpen direct erfolgt sein.

6) Kehren wir uns nun wieder nach Westen, nach dem centralen Gebirg Frankreichs, so zeigt sich hier völlige Abhängigkeit von den Alpen im weitern Sinne aber nicht von ihrem mittlern Glied: den eigentlichen central-europäischen Alpen, sondern von dem westlichen Endglied: den Pyrenäen. Obschon durch das weite, subpyrenäische Becken getrennt, bietet die Auvergne und Lozère von 142 einschlagenden Arten nur 9, welche den Pyrenäen fremd sind, und daneben manche höchst charakteristische

Pyrenäenpflanze, die den Alpen fehlt (z. B.: Senecio leucophyllus, Astrocarpus sesamoides). Jene 9 Arten sind: Alsine Bauhinorum, Cerastium latifolium, mit welcher eine pyrenäische Art sehr nahe verwandt ist (C. pyrenaicum, Gay.), Epilobium trigonum, Trifolium pallescens, Carlina nebrodensis, Bellidiastrum Michelii, Thlaspi montanum, welches im Jura häufig ist, Bupleurum longifolium, eine central-europäische, nur von den Carpathen bis zur Auvergne reichende Art, Carex chordorhiza, die auch den westlichen Alpen fehlt.

Also zeigt sich die letzte alpine Ausstrahlung nach diesem pyrenäischen Grenzgebiet wohl deutlich nur in Trif. pallescens und Bellid. Michelii. Festuca pilosa, eine vielleicht zur Mittelmeerflora gehörige Bergpflanze, hat in der Auvergne eine ganz auffallende Häufigkeit, wie sie die Alpen nirgends aufweisen. Capsella pauciflora der Ostalpen, von Prost in der Lozère nachgewiesen, steht der C. procumbens zu nahe, um besonders hervorgehoben werden zu können.

Durchgehen wir nun die dem grossen Alpenzug südlich vorgelagerten Gebirge.

Es lässt sich erwarten, dass der pyrenäische Einfluss, wie die Gallia centralis, so auch

7) Die spanische Halbinsel beherrsche. So ist es auch im Ganzen. Dennoch aber zeigen sich von 126 Arten 14, welche den Pyrenäen fehlen, dagegen aber in den Alpen vorhanden sind: Thlaspi montanum, Draba aizoides, auch in Grossbritannien vorhanden, Trifolium pallescens, Geum reptans, Hedysarum obscurum, Carex lagopina, Festuca pumila, alles echte Alpenarten, welche also von den Alpen aus direct nach Südwesten, ohne die Pyrenäen im Westen zu erreichen, gestrichen sein mögen.

Dann Silene Vallesia (Tejedensis), Hypericum Richeri, Geum heterocarpum, Saxifraga lingulata, Eryngium Spina alba (glaciale), Artemisia lanata, Koeleria alpicola. Diese letztern Arten gehören eher zu der Gruppe der mediterranen Flora, deren Gebirgstypen sowohl in die Südalpen als in die spanischen Sierren hinaufgestiegen sind. Eine besondere Eigenheit aller süd-europäischen Gebirge ist das Zurücktreten der alpinen Cyperaceen. Für Spanien finden wir von den 36 Alpenarten nur 2, für Rumelien und Griechenland nur 1; der Apennin hat etwas mehr: 6. Gewiss hat hieran die Trockenheit der südlichen Gebirge Antheil. Es ist nicht überflüssig zu bemerken, dass neben den alpinen Arten die spanischen Gebirge, vor Allem die Sierra Nevada, durch eine Menge eigenthümlicher Hochgebirgstypen (worunter z. B. selbst weisse Gletscher-Ranunkeln) sich als selbstständige Schöpfungsheerde ausweisen.

Spanien liefert einen deutlichen Beleg für den schon erwähnten Satz, dass die Expansivkraft der alpinen Schöpfung zurück bleibt hinter derjenigen der nordischen.

Wie aus der Betrachtung der von den Alpen sowohl als von Nord-Asien noch ferner

abliegenden Gebiete hervorgehen wird, bleiben in einer gewissen Distanz von der Alpenkette die rein alpinen Arten rasch zurück, während die nordischen sich viel weiter von ihrem Centrum entfernen (siehe Nr. 22, Himalaya; Nr. 13, Transcaucasien). Diese Erscheinung hängt zusammen mit der geringen Ausdehnung der Alpenkette im Vergleich zu dem mächtigen Areal, welches der asiatische sowohl als der amerikanische Norden bieten. — Die Ausstrahlungsfähigkeit verschiedener Schöpfungsheerde scheint in directem Verhältniss zum Flächeninhalt derselben zu stehen.

In Spanien nun sind von den 125 unsrer Arten 56 nordische, also fast die Hälfte, während in der Alpenkette die Quote der nordischen gegenüber den alpinen Arten nur $^1/_3$ beträgt. Also sind die Gebirgspflanzen nicht im gleichen Mischungsverhältniss von der grossen Alpenaxe nach den spanischen Ketten gewandert, sondern es sind relativ mehr alpine zurückgeblieben, während relativ mehr nordische die Wanderung unternommen haben.

8) Es folgt Corsica. Hier zeigt sich eine völlige Abhängigkeit von den Westalpen, die besonders dadurch hervortritt, dass von 43 Arten 15 den nahen Apenninen fehlen (z. B. Primula farinosa, Oxyria digyna, Aronicum Clusii, Poa cenisia und laxa, Gnaphalium supinum, Meum Mutellina, etc.). Viola nummularia, Saxifraga pedemontana, Lamium longiflorum, Sagina glabra beweisen besonders schlagend die Colonisation von den Westalpen her. Allein Chrysanthemum coronopifolium erscheint als Species disjuncta, die den Westalpen fehlt. Auch das kleine Corsica ist als Heerd eigenthümlicher Arten weit bedeutender als die den Alpen nördlich vorliegenden Gebirge.

9) Nun der Apennin. Es sind von 231 Arten 23 den Westalpen, 13 den Ostalpen und 195 den Ost- und Westalpen zugleich eigen, also wäre hienach ein der geographischen Lage entsprechendes Ueberwiegen des Einflusses der Westalpen anzunehmen. — Auffallende Beispiele für die Einwirkung der Ostalpen zeigen sich aber dennoch, so: Ranunculus crenatus (magellensis), welcher wohl mit Recht als die östliche, z. B. in den Carpathen vorherrschende Form des R. alpestris angesehen wird. So auch Horminum, Malabaila, Phyteuma Sieberi, Festuca specabilis. Recht bezeichnend für die Westalpen sind: Silene Vallesia, Astragalus aristatus, Valeriana Saliunca, Colchicum alpinum, Saxifraga lingulata. Gentiana purpurea ruckt aus den mittlern Alpen in den Apennin hinab, während sie den Ost- und Westalpen fehlt.

10) Die rumelisch-griechischen Ketten. Auf diesem Gebiet herrscht, wie Griesebach's Reise dargethan, der Einfluss der Ostalpen, welche bis in die Breite von Montenegro rücken und als deren letzter Ausläufer der über 8000′ hohe Bertiscus gelten

kann. Im Süden, in den griechischen Gebirgen, nehmen die schon im Scardus wahrnehmbaren eigenthümlichen Typen in beträchtlichem Maasse zu.

Von den 138 Arten gehören, wie zu erwarten, 125 den Ostalpen an, worunter z. B. Primula minima, Pedicularis Friederici Augusti, Senecio abrotanifolius, Trifolium Noricum besonders bezeichnend sind. Von den 13 den Ostalpen fehlenden Arten sind am auffallendsten: Scutellaria alpina, Polygonum alpinum, Centaurea uniflora, Astragalus aristatus. Die 8 übrigen betrachten wir als Bergpflanzen der Mittelmeerflora:

Silene Vallesia,	Passerina dioica,
Alopecurus Gerardi,	Hieracium lanatum,
Avena sempervirens,	Hypericum nummularium,
Lamium longiflorum,	Paronychia serpyllifolia.

Juncus squarrosus kommt in Rumelien vor und fehlt den Alpen fast ganz.

Wenn die Flora des hohen Bertiscus, eines Dolomitstocks gleich den Fassaner Alpen, bekannt wäre, würde ohne Zweifel die Zahl der alpinen Arten bedeutend vermehrt. Bis jetzt aber ist der Abstand des an Alpenarten so reichen Apennin (mit z. B. 14 Alpensaxifragen, 14 Alpenleguminosen) gegen Rumelien (mit nur 5 Alpensaxifragen und 5 Alpenleguminosen) sehr auffallend.

11) Kleinasien. Noch viel mehr als in den bisher aufgeführten südlichen Gebirgen macht sich hier der Einfluss einer der Mittelmeerflora angehörigen Bergvegetation geltend und die Pflanzen der europäischen Alpen treten sehr zurück. Der Rumelien so nahe bithynische Olymp hat deren nur 45 und der cilicische Taurus, trotz seiner hochalpinen Natur, nur 28, während gerade letzteres Gebirg eine erstaunlich reiche Zahl eigener Hochgebirgspflanzen nährt, die theils, wie die nivalen Lamium, sich an die Formen der mediterranen Flora anschliessen, theils asiatische, der Steppenflora entsprungene Formen (z. B. Acantholimon) bieten. Hier also ist der letzte Ausläufer der Alpenvegetation nach Südosten hin.

Immer aber zeigt für die klein-asiatischen Ketten das Vorkommen folgender echt alpiner nicht mediterraner Arten einen unverkennbaren Einfluss der europäischen Alpenkette.

Alchemilla alpina,	Epilobium alpinum,
Cerastium alpinum,	Erigeron alpinus,
Gentiana verna,	Myosotis alpestris,
Androsace villosa,	Primula farinosa,
Oxyria digyna,	Phleum und Poa alpina,
Kobresia caricina,	Carex atrata.
Arabis alpina,	

Ferner folgender:

* Festuca varia,
Phleum Michelii,
* Viola lutea,
* Draba aizoides,
Betonica hirsuta,
Plantago montana,
* — alpina (dioritica),
* Rumex alpinus,
* Pinus montana,
Euphrasia minima,
* Pedicularis Hacquetii,
* Oxytropis montana,
Gentiana asclepiadea,
* — lutea,
* Hieracium villosum,
* Rhaponticum scariosum,
Doronicum cordifolium,
Anthemis montana,
* Adenostyles leucophylla,
Saxifraga rotundifolia,
Sempervivum soboliferum,
Epilobium trigonum,
* Alsine recurva.

Besonders schlagend beweisen die letztern 23 Arten den alpinen Einfluss, da sie nur in den Alpen vorkommen, während die 13 erstern auch dem asiatischen Norden angehören. — Die mit * bezeichneten Species fehlen selbst dem Caucasus, so dass nur die Einwanderung direct von den Alpen her übrig bleibt.

12) Der Caucasus. Kleinasien erschien uns als Endpunkt der alpinen Vegetation nach Südost; nach Osten hin ist dies im Grossen und Ganzen der Caucasus. Denn wenn auch, wie wir bald sehen werden, 19 rein alpine Arten noch über den Caucasus hinaus nach Persien sich verbreiten, so ist dies gegenüber 42 solcher Arten, die im Caucasus ihre letzte Ost-Station haben, eine sehr geringe Bruchzahl. — Von den 128 Alpenpflanzen, die der Caucasus im Ganzen bietet, sind nord-asiatisch blos 86, so dass also der innige Anschluss des Caucasus an die Alpenkette sehr auffallend hervortritt und man fast versucht sein könnte, dieses Gebirge noch mit zur grossen europäischen Alpenaxe zu rechnen. Diese Versuchung schwindet jedoch, sobald man den Blick auf die überwiegende Zahl eigenthümlicher, theils nur caucasischer, theils nach Osten weiter verbreiteter Hochgebirgspflanzen richtet, welche den Caucasus unläugbar zu einem selbstständigen, asiatischen Bezirk erheben (wir erinnern nur an Rhododendron caucasicum). Unter den 42 zum grössten Theil echt alpinen Arten sind besonders charakteristisch die nordwestlichen Anemone alpina und Cerastium latifolium; dann 3 Sempervivum, Meum Mutellina, Valeriana montana, Gentiana asclepiadea, Plantago montana, Saxifraga rotundifolia. — Einige andre: Die 2 Helianthemum, Silene Vallesia, Globularia cordifolia scheinen aus der Mittelmeerflora herzurühren. — Ein fernerer Zusammenhang des Caucasus mit der alpinen Axe ergiebt sich, wenn wir einige Arten ins Auge fassen, die den Alpen und also unsrer Liste fehlen, aber im Caucasus und dann wieder mit seltsamer Ueberspringung der Alpenkette,

in den andern Gliedern der grossen europäischen Axe, nämlich in den Carpathen und den Pyrenäen sich finden. Es sind dies Lilium pyrenaicum Gouan und Gentiana pyrenaica. — Diese Beispiele sporadischer Verbreitung gehören zu den auffallendsten, die es giebt, denn zwischen Carpathen und Pyrenäen liegen nicht weite Meere oder Ebenen, wie zwischen Nord-Amerika und den Alpen, oder zwischen Lappland und den Alpen, sondern ein fast ununterbrochener Gebirgsrücken bot — so scheint es — diesen Arten alle Gelegenheit, sich hie und da in den Alpen anzusiedeln. Auch hier tritt uns wieder die Gegenwart als Resultat einer verwickelten, wohl nie entwirrbaren Vergangenheit entgegen.

13 Transcaucasien. Wie Kleinasien, so ist auch dies bereits der Steppenflora entragende und von ihr isolirte Gebiet ein äusserster Endpunkt der Alpenvegetation nach Südosten. Die nächstliegende Region: armenisches und caspisches Hochland, hat trotz der gewaltigen Erhebung der Gebirge blos 73 Species. Eine grössere Ausbeute würde das noch fast unbekannte Alpenland Kurdistan liefern. — Von jenen 73 sind caucasisch 54, also enger Anschluss an dieses Hauptendglied der alpinen Gebirgsvegetation. — Nordasiatisch sind 54, während 19 diesem Gebiet fehlen und grossentheils nur alpin, d. h. der grossen Alpenaxe eigen sind, und also den Einfluss des alpinen Schöpfungsheerdes bis Persien hin darthun. — Diese 19 sind:

Alopecurus Gerardi.
Silene Vallesia,
Erysimum ochroleucum.
Aconitum variegatum.
Plantago montana.
Euphrasia minima.
Sempervivum montanum.
— soboliferum,
Achillea pubescens.
Oxytropis Gaudini.
Cerastium grandiflorum.
* Rumex alpinus.
* Carex sempervirens.
* Festuca pilosa.
* Hieracium lanatum.
* Lamium longiflorum.
Cerastium latifolium.
* Saxifraga Cotyledon.
Anemone alpina.

Besonderes Interesse bieten davon die 3 letztgenannten. Anemone alpina ist eine amerikanische, dem Norden der alten Welt fehlende Art, und dennoch sendet sie ihre Ausstrahlung bis in das östlichste Grenzgebiet der alpinen Vegetation. Dies scheint uns fast zu zwingen, die umgekehrte Anschauung: von der Heimat dieser Pflanze in den Alpen, und deren Einwanderung nach Amerika zu adoptiren. — Ebenso sind Saxifraga Cotyledon und Cerastium latifolium Pflanzen des westlichen Nordens. Die mit * versehenen Arten fehlen dem Caucasus, sind also mit Ueberspringung desselben von den Alpen und dem Mittelmeer her in die persischen Bergreihen gelangt.

14) Scandinavien hat 192 unsrer Species. Dagegen fallen nach pag. 21 u. 22 weg 21, die wir als alpine Einwanderer betrachten. Von den übrigen 171 sind nord-asiatisch 132 Arten, indem 16 uralisch-alpine (incl. Grönland), also europäische, und 23 amerikanisch-uralisch-alpine Arten in Scandinavien, nicht aber in Nord-Asien vorkommen. — Auch diese Zahlen sprechen für unsre Behauptung, dass Scandinavien nicht als Schöpfungsheerd im Sinne Hooker's aufzufassen sei. Von 192 Arten haben ihr geographisches und wohl auch ihr Massencentrum 132 in Asien, 21 in den Alpen, 23 in der westlichen Hemisphäre oder den Alpen, während allein 16 (die uralisch-norwegisch-alpinen Arten) als vielleicht nrsprünglich scandinavische in Frage kommen können. Und von diesen 16 scheinen 14 ihr überwiegendes Maximum in den Alpen zu haben, und allein Carex chordorhiza und Juncus squarrosus scheinen im scandinavischen Norden zu dominiren. — Bei diesem fast gänzlichen Mangel an originären, ja selbst nur an dominirenden Typen — wenigstens innerhalb unserer Artenliste — scheint uns jeder Gedanke an Scandinavien als den Heerd der nordisch-alpinen Vegetation aufzugeben. Scandinavien ist geographisch ein Appendix und bleibt es auch für die Pflanzengeographie. Seiner Lage gemäss hat ihm Asien $^2/_3$ dieser Flora geliefert; fast $^1/_3$ (58 Arten) kam ihm von Süd und West zu.

15) Der Ural. Von 154 Arten sind temperirt-asiatisch 120; die Zahl der 30 aus Westen eingewanderten Arten circa $^1/_5$ ist auffallend gross und verbindet den Ural näher mit Europa als mit Asien (wofür auch die Verbreitung der Eiche, der Calluna, der Pinus Picea Du Roi sprechen). Nach pag. 22 scheinen aus den Alpen zu stammen: vorab 4, die sonst nur in den Alpen vorkommen (welcher Arten Scandinavien 16 hat). 16 kommen auch in Scandinavien vor; fernere 12 Arten bewohnen Amerika, wovon Draba Johannis in Scandinavien fehlt, also direct aus den Alpen stammen mag.

16) Dass Grossbritannien (mit 126 Arten) eine Zahl von 15 Arten von den Alpen und nicht von Norden erhalten hat, ist oben (pag. 21) angeführt. Von diesen Arten kommen 11 im westlichsten Glied der Alpenaxe: den Pyrenäen, vor und mögen mit noch andern Arten Meconopsis Cambrica, etc. von hier nach den britischen Inseln gekommen sein. Besonders sicher ist dies für die beiden Saxifragen umbrosa und hirsuta, die in den Pyrenäen und Grossbritannien ihr Massencentrum haben, jedoch in den Alpen fast fehlen. Dagegen sind Draba aizoides und Phleum Michelii den Pyrenäen fremd, und also ein Sprung vom Jura nach England für diese Arten anzunehmen. Avena alpina mag eine scandinavische Einwanderang sein. Endlich ist für Silene alpestris keine nähere Heimat als die Ostalpen zu finden.

Dass übrigens Grossbritannien eine starke Anzahl rein nordischer Gebirgsarten hat, ist bekannt und rechtfertigt dessen Stellung in unsrer Tabelle.

17) Auch Island ist nicht frei von Spuren alpiner Einwirkung. Von den 85 Arten kommen 83 im nahen Scandinavien vor, aber Saxifraga cuneifolia und Potentilla aurea sind nur aus den Alpen, letztere vielleicht auch aus Grönland herzuleiten.

18) Grönland ist Scandinavien tributär, was unsre Liste so gut als die von Hooker zeigt. Von den 113 Arten sind nur 4 nicht norwegisch: Potentilla aurea, Campanula Scheuchzeri, Alnus viridis, von denen erstere nur noch in Island, beide letztern im amerikanischen Norden verbreitet sind. Streptopus ist ausser den Alpen nur in Kamtschatka.

19) In Labrador, mit nur 59 unsrer Arten, zeigt sich ein weniger enger Anschluss an die Gesammtflora des östlichen Amerika, als man erwarten sollte; ja, diese Halbinsel scheint das Hooker'sche Gesetz des Aufhörens der scandinavischen, überhaupt der östlichen Einflüsse an der Baffinsbai umzustossen. Labrador zeigt eine relativ grosse Selbstständigkeit und dabei eine entschiedene Einwanderung von Osten. 17 auf 59 Arten fehlen dem continentalen östlichen Amerika ganz oder fast ganz; von diesen sind 11:

* Potentilla alpestris,	Sibbaldia procumbens,
Gentiana nivalis,	Hieracium alpinum,
Phleum alpinum,	Bartsia alpina,
Euphrasia Salisburgensis?	Lychnis alpina,
* Streptopus amplexifolius,	Arabis alpina,
Gnaphalium supinum,	

auch zugleich grönländisch und alle, mit Ausnahme des Streptopus, scandinavisch. Demnach scheint — so weit unsre kleine Liste den Schluss zulässt — der Einfluss Scandinaviens, also Asiens, auch auf Labrador sich auszudehnen und über die Baffinsbai hinaus nach Südwesten hin zu wirken. — Bei allen diesen Arten, ausser den 2 besternten, ist die Verbreitung nach Westen über Island hin durch das Vorkommen auf dieser Insel constatirt.

Trientalis europaea und Primula farinosa fehlen zwar Grönland, kommen jedoch in Scandinavien und Island vor.

Arabis stricta und Crepis succisaefolia sind ausser den Alpen nur noch in Grossbritannien vorhanden, also wohl von hier aus nach Labrador gelangt.

Endlich sind Festuca Halleri und Aronicum Clusii ausser Labrador noch nirgends nachgewiesen.

Zu dieser unsrer alpinen Liste entnommenen Anzahl von 17 Ostamerika sonst fehlenden aus Osten eingewanderten Labradorpflanzen liefert Hooker's Liste noch folgende 9:

Ribes alpinum,
Alchemilla vulgaris,
Gnaphalium sylvaticum,
Calamagrostis lanceolata,
Ranunculus Pallasii,
Montia fontana,
Andromeda hypnoides,
Menziesia coerulea,
Pedicularis palustris.

Dazu kommen dann noch 3 Grönland und Labrador eigene Arten:

Draba aurea,
Arenaria grönlandica,
Potentilla tridentata.

Dazu kommen ferner noch 40 andere Hooker'sche Arten, die von Osten her tiefer nach Ost-Amerika hinein gelangt sind, aber West-Amerika fehlen. Z. B.: Saxifraga aizoon und adscendens, Hieracium murorum und boreale. Salix phylicifolia und arbuscula. Juncus trifidus, Carex rupestris und capitata. Cystopteris montana. Asplenium viride, Lycopodium alpinum, etc., welche alle bis in die White Mountains oder die östlichen Rocky Mountains, aber nicht weiter nach West eingewandert sind.

Diese grosse Zahl von zusammen 69 Arten, die ohne Anstand die Baffinsbai überschritten haben, wiegen wohl die 57 Arten, welche sich nicht weiter als Grönland wagten, wenn nicht ganz auf, so doch in solchem Grade, dass die Hooker'sche Annahme von der Baffinsbai als einer Grenzlinie für den Einfluss Scandinaviens (also Asiens) völlig fraglich wird.

Keine andre nordische Flora bietet bei so geringer Artenzahl so merkwürdige Thatsachen als Labrador. Schade, dass Hooker sie nicht so gut als Grönland gesondert behandelt hat.

20) Ueber Ost- und West-Amerika's Verhältnisse (mit 125 und 122 Arten) ist bereits pag. 23 das Wesentliche gesagt: es ist dort eine Gruppe amerikanisch-alpiner Pflanzen näher bezeichnet worden, von denen Anemone alpina der stärkste Typus ist. Ueber das gegenseitige Verhalten von Ost- und West-Amerika unter sich kann hier nicht näher eingetreten werden: es ist dies in einer Betrachtung der nordischen mehr als der alpinen Vegetation geboten.

21) Wenden wir uns nun zu dem mächtigen Gebirgslabyrinth, das wir als Heimat der nordisch-alpinen Flora ansehen: nach dem temperirten Nord-Asien. Wir erinnern hier an das bereits oben (pag. 15) erwähnte Factum, dass dieses Gebiet eine beträchtliche Zahl von Arten besitzt, welche dem übrigen Norden, und besonders auch der scandinavischen Halbinsel, fehlen. Schon an jener Stelle machten wir dies als einen starken

Grund gegen Hooker's scandinavische Heimatstheorie geltend. Mit Ausschluss des Ural, dessen Stellung eine zweifelhafte, eben so gut europäisch-westliche, als asiatisch-östliche ist (vergl. pag. 45), zählt das temperirte Nord-Asien unsrer Arten 182.

Von diesen 182 asiatisch-alpinen Arten fehlen nun Scandinavien 54, worunter manche der verbreitetsten, charakteristischen Pflanzen unsrer Alpen. Z. B.:

Arabis petraea,	* Saxifraga androsacea,	* Allium Victorialis,
Halleri,	* — muscoides,	* Carex ferruginea,
Alyssum alpestre,	* Gaya simplex,	— clavaeformis,
Saxifraga sedoides,	Gnaphalium Leontopodium,	Atragene alpina,
* — hieracifolia,	Saussurea discolor,	* Draba frigida,
* Achillea alpina,	— pygmaea,	Aconitum Anthora,
Cineraria alpestris,	Gentiana frigida,	Ranunculus rutaefolius,
longifolia,	* — prostrata,	Viola pinnata,
Carlina nebrodensis,	— verna,	* Phaca alpina,
Scutellaria alpina,	Pleurogyne carinthiaca,	— australis,
Streptopus amplexifolius,	* Eritrichium nanum,	Aster alpinus,
Calamagrostis tenella,	* Veronica aphylla,	* Androsace villosa,
Avena planiculmis,	* Polygonum alpinum,	— Chaixii,
versicolor,	* Alnus viridis,	Rhododendron Chamaecistus,
* Anemone narcissiflora,	* Pinus Cembra,	Pedicularis comosa,
* Delphinium elatum,	Gagea Liottardi,	Campanula Scheuchzeri.
Orobus luteus,		

Zu diesen kommen noch Lloydia serotina, Saxifraga biflora, Crepis chrysantha und Dianthus alpinus, die zwar im arctischen Russland vorkommen, aber der Halbinsel Scandinavien fehlen. Die mit * bezeichneten Arten kommen sonst noch im nordischen Gebiet, besonders Amerika, die übrigen ausser Asien nur noch in der Alpenaxe vor. Die angeführten Pflanzen helfen den eigentlichen Grundstock unsrer Alpenvegetation bilden; das Land, wo sie mit so vielen andern Gebirgs- und arctischen Arten zusammen vorkommen, ist viel eher als Heimat dieser Flora im Grossen und Ganzen (d. h. abgesehen von der Schwierigkeit, diese Flora in eine Gruppe zusammen zu fassen, statt die einzelnen Arten getrennt zu studieren) anzusehen, als das an solchen Typen ärmere und nur an südlichern Eindringlingen reichere Scandinavien.

Dass jedoch die rein alpine Schöpfung sich nicht bis in die nord-asiatischen Gebirge erstreckt, dass diese also den Alpen selbstständig gegenüberstehen und von ihnen nicht empfangen, sondern ihnen nur gegeben haben, erhellt aus dem Fehlen aller spezifisch alpinen Gruppen in Nord-Asien. Es kommt daselbst keine schaftlose Androsace, keine

der weissen Potentillen, Phyteuma, Achillea der Alpen vor. Aber doch muss an das entgegengesetzte Verhältniss: nämlich eine Ausstrahlung von den Alpen nach Asien hinein, wenigstens gedacht werden.

22) Das arctische Asien ist hiefür besonders lehrreich. Von den 94 einschlagenden Arten dieses Gebietes sind nämlich blos 89 temperirt-asiatisch, während 8 Arten in diesem Bezirk fehlen. Davon sind Koeleria hirsuta und Leontodon pyrenaicus blos alpin und besonders letztere Art hat entschieden in der Alpenkette ihr Massencentrum. Welche seltsamen Schicksale mögen über so disjuncte Pflanzen ergangen sein! Von den 6 übrigen Arten sind Luzula glabrata in Scandinavien und im Ural, Saxifraga exarata in West-Amerika vorhanden, also vielleicht von da eingedrungen, während der Rest: Silene acaulis, Eriophorum Scheuchzeri, Gnaphalium carpathicum, Saxifraga coespitosa, aus circumpolaren Arten besteht, die nicht bis ins temperirte Asien, wohl aber in die Alpen hinabstiegen, und also zu der kleinern Gruppe nordischer Arten gehören, die nicht, wie die meisten übrigen, im temperirten Asien, sondern wohl in Amerika ihr Centrum haben.

23) Beim Himalaya (mit 43 Species) ist die Frage wohl die erste, ob ihm nicht nur nord-asiatisch-alpine, sondern auch solche Arten angehören, die er nur mit den Alpen gemein hat. In der That fanden sich 2 bisher nicht in Nord-Asien, sondern nur in dem Alpensystem: es sind: Pedicularis asplenifolia und Oxytropis lapponica, letztere zwar in Lappland vorkommend, aber unzweifelhaft in den Alpen das Centrum ihrer Existenz besitzend. Alle übrigen 41 Arten sind aus Nord-Asien dem Himalaya zugeflossen. Ob nun jene 2 Arten im Himalaya oder in den Alpen ihr Centrum haben, ob also durch sie ein Einfluss des mächtigen östlichen Gebirgs auf das westliche, oder eine umgekehrte Beziehung angedeutet ist, kann vorläufig nicht entschieden werden. Jedenfalls aber sind diese Singularitäten nicht im Stande, das Bild des Himalaya zu trüben als eines Schöpfungsheerdes ersten Ranges, dem aber neben den eigenthümlichen Arten aus Nord-Asien eine Colonie von Gebirgspflanzen zugekommen ist.

Als letzte Grenze der rein alpinen (nicht nordisch-alpinen) Schöpfung gegen Osten ist die caspische Niederung zu bezeichnen.

24) Betrachten wir endlich noch die zerstreuten Flüchtlinge innerhalb der Tropen und im antarctischen Gebiet, so zeigt sich, dass es alles nordisch-alpine Arten sind; keine einzige Pflanze der rein-alpinen Flora wagt sich so weit von ihrem Centrum ab.

Carex irrigua,
Sagina saxatilis,
Erigeron uniflorus,

Erigeron alpinus,
Empetrum nigrum (rubrum)

sind antarctisch.

Phleum alpinum,
Trisetum subspicatum,
Saxifraga coespitosa,
Gentiana prostrata

sind antarctisch und tropisch-amerikanisch. Polemonium coeruleum und Stellaria Friesiana tropisch-amerikanisch, Lycopodium alpinum tropisch-asiatisch und Potamogeton praelongus australisch.

25. **Die Alpenkette.** Es umfasst dies Hauptgebiet zunächst die eigentlich sogenannten mittel-europäischen Alpen vom Tenda bis zur pannonischen Ebene. Wir theilen dieselbe in 3 Bezirke: die Ost-Alpen, die West-Alpen und die mittlern Alpen. Die 2 erstern stellen zugleich die südlichern dem Einfluss der Mittelmeerflora mehr ausgesetzten Flügel der Gebirgskette, die letztern aber die nördliche Beugung des alpinen Bogens dar.

An diese 3 Bezirke schliessen sich nun aber floristisch innig an: im Osten die Carpathen und im Westen die Pyrenäen. Beide Gebirge weisen nämlich eine so beträchtliche Zahl unsrer Alpenarten auf, in beiden ist die Mischung der Arten eine der Alpenkette so analoge, dass man sie durchaus als ebenbürtige Glieder der grossen Alpenaxe Europa's annehmen muss. Von der Gesammtzahl von 693 Arten besitzen die Ost-Alpen 589, die West-Alpen 531, die Mittel-Alpen 395, die Carpathen 380 und die Pyrenäen 339. Also stehen beide letztern Gebirge wenig hinter den (an Ausdehnung freilich geringern) Mittel-Alpen zurück und die grössere Zahl für Ost- und West-Alpen wird durch die diesen eigenthümlichen Arten erreicht, deren auch in den Pyrenäen sowohl als in den Carpathen reichlich vorhanden, aber in unsrer Liste leider nicht aufgenommen sind. (Beispiele für die Pyrenäen: Ramondia, viele Saxifragen, mehrere Androsace, Potentilla alchemilloides, etc.; für die Carpathen: Campanula carpathica, Rhododendron myrtifolium, Saxifraga luteo-viridis und perdurans, mehrere Silene, Achillea lingulata, etc.). Dazu kommt, dass Pyrenäen wie Carpathen gerade aus den höchst charakteristischen Gruppen von Alpenarten, welche ausser der alpinen Axe durchweg fehlen, zahlreiche Repräsentanten haben. So Sempervivum montanum und arachnoideum; Valeriana tripteris und

montana; Campanula pusilla; Androsace imbricata, pubescens, lactea, carnea; Soldanella alpina, pusilla; Primula integrifolia, glutinosa, minima, latifolia, villosa; Artemisia spicata, glacialis, Mutellina, Villarsii, tanacetifolia; Achillea nana, Clusiana; Senecio incanus, Doronicum; Trifolium alpinum; Geum reptans und montanum; Potentilla caulescens, nivalis, Clusiana; Gentiana acaulis, etc. Diese Hauptarten des alpinen Heerdes und noch viele andre sind einem dieser beiden, manche auch beiden angehörig.

a) Die Carpathen. Von den 380 einschlagenden Arten durchlaufen die ganze Alpenkette bis in die West-Alpen 304. Dagegen fehlen den West-Alpen 70 Arten. Von diesen 70 bleiben 51 in den Ost-Alpen als ihrer Westgrenze stehen, bilden also eine Gruppe ost-alpiner Arten. Unter diesen sind 16 nord-asiatische Arten, die also in ihrem Zug nach Westen bei den Ost-Alpen sich aufhalten liessen. Es sind:

Stellaria Frieseana,
Phaca oroboides,
Saussurea pygmaea,
Salix myrtilloides,
Rhododendron Chamaecistus,
Gentiana frigida,
— prostrata,
Saxifraga hieracifolia,
Saxifraga cernua,
Carex irrigua,
— rigida?
Luzula glabrata,
Pedicularis Sceptrum,
Avena sempervirens,
Ranunculus pygmaeus,
Arabis petraea.

Die ubrigen sind rein ost-alpine Arten, z. B: Primula minima, glutinosa und spectabilis, Crepis Jacquini, Senecio abrotanifolius, Valeriana saxatilis und elongata, Achillea Clavennae und Clusiana, Saxifraga Burseriana, Viola alpina, Campanula alpina.

Fernere 19 Arten fehlen den West-Alpen ebenfalls, kommen aber mit deren Ueberspringung westlich anderwärts vor; Doronicum cordifolium, Asplenium fissum und Ranunculus crenatus im Apennin; Leontodon incanus, Betula nana, Scheuchzeria, Rhinanthus alpinus, Saxifraga Hirculus im Jura; Sesleria disticha, Carlina nebrodensis, Cineraria longifolia, Saxifraga sedoides, Dianthus barbatus in den Pyrenäen; Silene Saxifraga, Juncus squarrosus, Doronicum austriacum bis Spanien. Silene alpestris macht den Sprung von den Ost-Alpen bis nach Grossbritannien. Gentiana purpurea ist in der ganzen alpinen Axe nur in den Carpathen, den Mittel-Alpen und den Apenninen vorhanden; Rhododendron hirsutum ist in den Mittel-Alpen vorherrschend und nach Neilreich unlängst in den galizischen Carpathen gefunden.

In den West-Alpen, mit Ueberspringung der Ost-Alpen, kommen folgende 6 Carpathen-Arten vor:

Saxifraga pedemontana (Corsica),
Scutellaria alpina,
Polygonum alpinum,
Alyssum alpestre.

Die 3 letztern sind nord-asiatisch.

Campanula rhomboidalis fehlt den Ost-Alpen und dominirt im Jura und den Mittel-Alpen.

Viola ambigua Ungarns ist vielleicht von der Alpenpflanze des Wallis (Fouly 6000′) verschieden.

b) In der eigentlichen Alpenkette ist der östliche Bezirk mit 589 Arten der reichste; es folgt der westliche mit 531; der ärmste ist der mittlere mit 395. — Es wurde schon angedeutet, dass die auffallende Armuth des letztern Gliedes herrühre von seiner geringern räumlichen Ausdehnung und Höhe, aber viel mehr noch von seiner nördlichern Lage. Es fehlen ihm die vielen eigenthümlichen Arten der Ost- und West-Alpen, es fehlen ihm noch dazu viele nordische Arten, die in den südlichern Alpen eine geeignetere Station scheinen gefunden zu haben. Während 128 Arten allein in den Ost-Alpen, 86 Arten allein in den West-Alpen und 75 Arten in Ost- und West-Alpen mit Ausschluss der Mittel-Alpen vorkommen, haben die mittleren Alpen blos 6 Arten aufzuweisen, welche den Ost- und West-Alpen fehlen. Diese sind: Primula integrifolia, Hieracium porrectum, Juncus squarrosus, Achillea alpina, Carex vaginata, Gentiana purpurea. Und von diesen sind allein die 2 erstern der alpinen Axe eigen (die erste kommt noch in den Pyrenäen, die zweite im Jura vor), die 4 übrigen sind nordisch; Gentiana purpurea norwegisch und kamtschatkisch, Carex v. und Juncus sq. ebenfalls norwegisch; Achillea alp. dagegen fehlt in Norwegen, ist also von Asien oder Amerika eingedrungen. An diese reihen sich noch einige Arten, die zwar auch in den Ost- oder West-Alpen sich finden, allein in den Mittel-Alpen ihr Massencentrum haben. Dahin:

Campanula rhomboidalis,
Rhododendron hirsutum,
Pedicularis rostrata,
Aquilegia alpina,
Soyeria hyoseridifolia,
Rumex nivalis,
Saxifraga Cotyledon,
Pedicularis versicolor.

Die 2 letztern nordisch, die 6 erstern rein alpin.

Diese Armuth ist dem Reichthum der Ost- und West-Alpen an eigenen Typen gegenüber sehr auffallend und berechtigt zu der Annahme, dass der eigentliche Heerd der alpinen Schöpfung dem Südrand der Alpen näher als dem Nordrand gelegen sei. Natürlich kommt das Eindringen mediterraner Elemente in Ost- und West-Alpen als eine den mittlern Alpen fehlende Reichthumsquelle hinzu. Ich wage jedoch nicht eine Liste dieser

noch so wenig studierten Arten aufzustellen. — Das Vorwiegen nordischer Arten in Ost- und West-Alpen schrieb ich in den pflanzengeographischen Notizen über Wallis, 1856, dem trockenen Sommerclima dieser Gebirge zu, das mehr Analogie mit dem sibirischen zu haben scheint als die feuchtern nördlichen Alpen. Völlig zur Erklärung der Erscheinung genügen kann aber diese Vermuthung nicht. Von den 182 in den Alpen vorhandenen Arten des temperirten Nord-Asiens bieten die Ost-Alpen 177, die West-Alpen 159 Arten, während die Mittel-Alpen blos 141 haben. Dass in den Ost-Alpen 21 nord-asiatische Arten vorhanden sind, die nicht weiter westlich gehen, ist natürlich viel leichter einzusehen, als wie 3 nord-asiatische Arten (Alyssum alpestre, Scutellaria alpina und Androsace Chaixii) in den West-Alpen, nicht aber in den Ost-Alpen sich finden. 18 nord-asiatische Arten sind den Ost- und West-Alpen mit Ausschluss der mittlern Alpen gemeinsam. — Nur noch als Grenzgebiet für einige Arten des Westens oder des Ostens sind die Mittel-Alpen bemerkenswerth. Von ost-alpinen Arten finden sich in den Mittel-Alpen, ohne in die West-Alpen fortzuschreiten, 26 Arten, wovon Saxifraga cernua, Juncus castaneus, Carex microstachya, Sparganium natans, Scheuchzeria, Cineraria alpestris, Potamogeton praelongus, Betula nana, Pedicularis versicolor, Rhinanthus alpinus nord-asiatisch und zugleich scandinavisch sind. — Von Westen erreichen die Mittel-Alpen und gehen nicht in die Ost-Alpen 10 Arten, von denen allein Polygonum alpinum nord-asiatisch ist.

c) Die Pyrenäen endlich, dies kleine, aber überreiche Westende der Alpenaxe, zählt unsrer Arten 339. Wir haben bei dem spanischen Gebirgsland hervorgehoben, dass der nordische Quotient relativ ein sehr starker, nämlich fast die Hälfte beträgt. Dieselbe Erscheinung zeigt sich im pyrenäischen Theil der Alpenaxe, welcher 160 nordische Arten, also ebenfalls fast die Hälfte der 339 vorhandenen Alpenarten besitzt. Also auch hier eine raschere Abnahme in der Verbreitung der rein alpinen Typen, und eine stärkere Expansion der nordischen bis an den Westrand des Continents.

Daneben erwecken die Pyrenäen die Vorstellung eines für nordische Arten ganz besonders günstigen Gebirges. Denn sie bieten nordische, den eigentlichen Alpen fehlende oder fast fehlende Arten in nicht ganz geringer Zahl: Myrica Gale (Nord-Asien, Nord-Europa, Nord-Amerika); Salix pyrenaica (wenn nicht identisch, so doch nächstverwandt mit der circumpolaren S. alpestris And.); Potentilla fruticosa (Nord-Asien, Nord-Amerika, Grönland); Menziesia coerulea (Amerika, Labrador, Grönland, Norwegen, Asien); Narthecium ossifragum (Nord-Europa, Nordost-Amerika); Carex pyrenaica, die ausser den Pyrenäen und Siebenbürgen auf den Aleuten und Sitcha vorkommt; Ligularia sibirica (östl. Lappland, Böhmen, Carpathen, Asien); Subularia aquatica, an den Gletscherseen der

Pyrenäen, in den Alpen einzig bei Salzburg angegeben (Asien, Amerika); Isoetes lacustris (Nord-Europa, Amerika); Saxifraga coespitosa in mehrern von der nordischen etwas abweichenden Formen, in den Alpen fast fehlend; ebenso Juncus squarrosus und Achillea alpina (pyrenaica), welche letztere Art in den Pyrenäen häufig ist und sich nach Prost auch in die Lozère verbreitet hat.

Es ist seltsam, dass der so milde Westrand von Europa der Einwanderung und Erhaltung dieser nordischen Arten günstiger war als das Innere des Welttheils mit seinem dem nordischen ähnlichern Clima. Am wahrscheinlichsten sind diese Arten meist unmittelbar aus Nord, von Scandinavien herabgekommen, mittelbar aber theils von Westen, wie das in Asien fehlende Narthecium und Carex pyrenaica, theils aus Osten, wie die in Amerika nicht vorkommende Ligularia. Letztere Art gehört zugleich zu der kleinen, von den siebenbürgischen Carpathen bis zu den Pyrenäen der Alpenkette gänzlich fehlenden Gruppe (wie Carex und Gentiana pyrenaica).

Von den 339 Alpenarten der Pyrenäen sind 289 in der ganzen eigentlichen Alpenkette verbreitet. 28 gehören den Pyrenäen und den West-Alpen allein an und mögen zum Theil in den Pyrenäen ihr Massencentrum haben. So Mulgedium Plumieri, Carduus carlinaefolius, Ranunculus amplexifolius, Gentiana Burseri, Passerina dioica, Teucrium pyrenaicum, Potentilla nivalis. Vielleicht sind die Pyrenäen der Ausgangspunkt, die südwestlichen Alpen nur eine westliche Ausstrahlung dieser Arten. Spuren solcher westlicher Ausstrahlungen zeigte uns bereits der Jura und die Vogesen. Dass die Auvergne vom Einfluss der Pyrenäen ganz beherrscht ist, wurde pag. 39 erwähnt. So hat neben den grossen Einwanderungen jedes noch so untergeordnete Glied des Ganzen wieder in gewissem Grade die Grenzgebiete modificirt, die Alpen sandten wohl den Pyrenäen den Haupttheil ihrer Vegetation, empfanden aber doch wieder eine Einwirkung der Colonie. Solche Beispiele zeigen auf's Neue, welche verwickelte Geschichte voll ungeahnter Thatsachen uns hier in ihren letzten Spuren vorliegt.

Von den 28 pyrenäisch-west-alpinen Arten sind nun die meisten mediterrane Gebirgsformen nicht nur geographisch, sondern auch ihrer Verwandtschaft nach. Als Beispiele nenne ich: Iberis garrexiana, Dianthus tener und neglectus, Passerina dioica, Sideritis hyssopifolia, Teucrium pyr., Hypericum nummularium, Ononis cenisia, Astragalus aristatus, Paronychia polyg. und serpyll.

Von nordischen Arten treffen wir nur Scutellaria alpina, Alyssum alpestre, Arabis stricta, Letztere nur nordwestlich, Asien fehlend. Echt und rein alpine Formen sind Artemisia Villarsii, Luzula pediformis, Androsace pubescens.

Nun die auffallendere Erscheinung von Arten, die den West-Alpen fehlen. Von den mittleren Alpen springen nach den Pyrenäen über 7 Arten: Sparganium natans, Willemetia apargioides, Saxifraga Cotyledon, Sesleria disticha (diese eine dominirende Carpathenpflanze), Achillea alpina, Juncus squarrosus, Primula integrifolia.

Aus den Ost-Alpen gehen direct nach den Pyrenäen 16 Arten, z. B.: Horminum pyren., Cineraria longifolia, Doronicum austriacum, Cirsium carniolicum, Dianthus barbatus.

So kehrt bei jedem von uns betrachteten Gebiet das Phänomen der Lücken und Sprünge wieder und ist keine Ausnahme mehr, sondern eine, der Hauptregel der Continuität der Verbreitungs-Areale auf dem Fusse folgende Nebenregel, welche uns nie erlaubt, bei der Theorie von der Einheit des Schöpfungsheerdes der Arten uns gänzlich zu beruhigen, sondern immer wieder den Gedanken an mehrere simultane Entstehungsheerde wach ruft, sei es auch nur, um diesen Gedanken sofort durch die Annahme zu bekämpfen dass die gegenwärtig vorliegenden getrennten Areale zerrissene Reste einer einst zusammenhängenden Area sind.

Im Allgemeinen kommt denn doch auch den alpinen Arten eine Area zu, deren Umgrenzung auf eine Einheit des Ausgangspunkts hindeutet, und bei manchen Arten ist diese Area ein durchaus abgeschlossenes, dem Lauf der Gebirge stetig folgendes längliches Oval ohne irgend welche Zerrissenheit. Natürlich sind die Arten, welche nur an wenigen Punkten vorkommen, nicht die geeigneten Beispiele hiefür. Aber es giebt weiter verbreitete Arten, deren Verbreitung als eine ungestörte — soll man sagen als eine neuere? — erscheint. So Swertia perennis, die im Gebiet vom Ural und Caucasus im Osten, den Pyrenäen, Central-Frankreich, Alpen im Westen und Süden, den Vogesen und deutschen Gebirgen im Norden nirgends in genügender Höhe und Lage fehlt. Ferner Gentiana lutea, welche sich in der ganzen alpinen Axe und allen nördlich und südlich vorliegenden Gebirgen findet, ohne jedoch die Sudeten im Norden und Corsica im Süden zu erreichen. Einen beschränktern, mehr nach Norden und Osten und weniger nach Süden und Westen geschobenen Verbreitungsbezirk hat G. punctata. Ost-Alpen, Carpathen, Sudeten und Böhmerwald bewohnt ziemlich häufig die sonst überall fehlende G. pannonica. G. bavarica ist in der eigentlichen Alpenkette gemein, strahlt aber ausser dem Apennin in keine der umliegenden Ketten aus, und ist auch nicht in die Carpathen und die Pyrenäen gelangt. Ganz gleich G. utriculosa, nur dass sie auch in den Carpathen vorkommt. G. imbricata ist aus den Ost-Alpen nur in den Apennin gewandert. — Diese, den Gentianeen entnommenen Beispiele zusammenhängender Areale lassen keinen Gedanken an eine Mehrheit von Entstehungsheerden zu. Nun sind aber die Mittelstufen zwischen diesen

Fällen und den wunderbar zerrissenen Verbreitungsgebieten der nordisch-alpinen Arten zahllos und allmälig: zuerst zeigen sich kleine abliegende Nebenareale, die man aber immer noch leicht an das Hauptcentrum anschliesst, und endlich viele, in verschiedenen Hemisphären liegende Areale, von denen man nicht weiss, welches man als Centrum, welche als Ausläufer aufstellen soll.

Bis die Geologie und das vergleichende Studium der Arten einen sicherern Boden für diese Untersuchungen geschaffen haben — und das wird noch lange dauern — müssen wir daran festhalten, dass die Voraussetzung einheitlicher Ausgangspunkte aller Arten die Forschung anregt und endlich zur Wahrheit führen kann, während die mehrerer simultaner Schöpfungsheerde mit Einem Schlage die historisch-geographische Betrachtung der Pflanzenwelt vernichtet.

IV. Zusammenstellung der Ergebnisse.

1) Die alpine Flora der europäischen Alpenkette zählt 693 Arten in 210 Genera. Davon kommen im Norden der alten und neuen Welt vor 271 Arten; in Nord-Asien 184 Arten; in den Gebirgen des temperirten Nord-Asiens 182; im Nordwesten (Amerika) mit Ausschluss Asiens kommen vor 30; in Nord-Europa allein 16; 41 Arten, welche allein in den der Alpenkette nächsten nordischen Gebieten vorkommen, erscheinen alpinen Ursprungs. Also bleiben echt nordischer Arten 230, ein Dritttheil der Gesammtzahl, in 136 Genera. 34 Genera finden sich nirgends als im Norden und den Alpen.

Diese nordische Gebirgsflora zeichnet sich aus durch höchste Expansivkraft, indem sie von ihren Centren in den Gebirgen Asiens und Amerika's die ganze circumpolare arctische Region und alle Gebirge der wärmern Zonen bis in den antarctischen Cirkel colonisirt hat, indem sie ferner die Hälfte der in den Alpen am allgemeinsten und massenhaftesten auftretenden Arten bildet (93 von 172 solcher Arten), indem sie die Hälfte der in die höchste Region der Alpen steigenden Arten (125 von 287) bildet, und indem sie in den südlichern Ketten (Spanien, Pyrenäen) nicht wie in den Alpen ein Dritttheil, sondern die Hälfte der aus den Alpen eingewanderten Arten bildet. Die nordischen Arten sind vorwiegend (zu drei Viertheilen) nassen Standorten angehörig.

Ausschliesslich alpin sind 422 Arten, zu denen jene 41 zwar nordischen, aber in den Alpen dominirenden Arten kommen, total: 463 oder zwei Dritttheile der Gesammtzahl

20 Genera sind rein alpin. Von den 463 Arten sind auszuscheiden eine Anzahl von mediterranen Gebirgspflanzen, die dermalen noch nicht präcisirt werden kann.

Die rein alpinen Arten sind von einer viel beschränktern Verbreitung als die nordischen: ihr Verbreitungsbezirk erstreckt sich von der alpinen Hauptaxe (Carpathen, Alpen und Pyrenäen) aus nur bis zu den deutschen Gebirgen nördlich, den mittelländischen Halbinseln südlich, dem Caucasus östlich. Blos circa 70 Arten strahlen weiter: bis Scandinavien, Britannien, Island, Grönland, Labrador, Ural, Transcaucasien, Klein-Asien aus.

Die alpinen Arten gehören sehr vorwiegend (zu $^5/_6$) trockenen Standorten an. — Verglichen mit der nordisch-alpinen (gemeinsame Genera 136) und mit der mitteleuropäisch-nordasiatischen Ebenenflora (gemeinsame Genera 141) zeigt sich nur in den Species (und auch hier nicht immer deutlich), nicht aber in den Genera und den noch höhern systematischen Einheiten eine Eigenartigkeit der alpinen Flora. Die systematische Verwandtschaft der alpinen mit den 2 genannten Floren berechtigt zu der Annahme gleichen Ursprungs im temperirten Asien, wo sich erst später eine Gebirgsflora und eine Ebenenflora ausbildete, von denen erstere, durch die Wasser der Diluvial- und Gletscherepoche transportirt, sich über die Gebirge und die letztere später über die Ebenen Europa's verbreitete, während in den Alpen sich durch Umbildung und Neubildung die vielen eigenthümlichen alpinen Arten gestalteten und durch fortdauernde glaciale Bewegungen über die umliegenden Gebirge ausbreiteten.

2) Die Untersuchung der Hooker'schen Theorie von der Heimat der arctischen Flora in Scandinavien führte zu dem Satz: Diese Flora ist entschieden nicht scandinavisch. — Hooker kam zu seiner entgegengesetzten Annahme dadurch, dass er indistincte alle im arctischen Cirkel gefundenen, auch die nach Norwegen eingewanderten Ubiquisten und mittel-europäischen Ackerpflanzen in seine Liste aufnahm und diese Liste als ein Verzeichniss arctischer Arten behandelte, und dass er von dem Axiom ausgieng, die Heimat der arctischen Flora liege im arctischen Cirkel. So übersah er, dass der Schwerpunkt der wirklich arctisch-alpinen Flora in den Gebirgen des temperirten Asiens (mit 242 Arten) liegt, dass ein geringerer Theil (45 Arten) dem temperirten Amerika angehört, dass ein noch geringerer (29 Arten) nord-europäisch ist, während nur 12 Arten rein arctisch sind und höchstens 46 fernere Arten sich vorwiegend im arctischen Cirkel verbreitet haben.

Der Name einer arctischen Flora ist geographisch ein ungenügender und irre führender, denn die Vegetation der arctischen Gebiete ist ein Zweig der Gebirgsflora Nord-

Asiens; es ist ein Irrthum, und man kehrt das richtige Verhältniss geradezu um, wenn man die Gebirgsflora als einen Zweig der arctischen bezeichnet.

Ferner modificirte unsre Betrachtung der Verhältnisse Labrador's theilweise die Annahme Hooker's, dass der Einfluss des Ostens (Scandinaviens, also mittelbar Asiens) nach Amerika hin sich schon mit Grönland abschliesse, und wies einen solchen nicht unbeträchtlichen Einfluss über die Baffinsbai hinaus nach dem Continent Ost-Amerika's nach.

3) Aus der Betrachtung der einzelnen Gebiete ergaben sich folgende Daten:

Jura:	199	Species,	colonisirt	von	den	Walliser-Alpen, dem Norden, den mediterranen West-Alpen
Vogesen:	74	»	»	»	»	Alpen, den Pyrenäen, dem Norden.
Schwarzwald:	81	»	»	»	»	mittleren Schweizer-Alpen; nordische Spuren.
Sudeten, etc.:	166	»	»	»	»	Ost-Alpen, Norden.
Deutsche, etc., Ebene:	62	»	»	»	»	Sudeten, Carpathen, Norden, Ost-Alpen.
Centrales Frankreich:	142	»	»	»	»	Pyrenäen, West-Alpen, Norden.
Spanien:	126	»	»	»	»	Pyrenäen, Alpen direct.
Corsica:	43	»	»	»	»	West-Alpen; ostalpine Spuren.
Apennin:	231	»	»	»	»	West-Alpen, Ost-Alpen.
Rumel.-griech. Ketten:	138	»	»	»	»	West-Alpen, Ost-Alpen.
Klein-Asien:	86	»	»	»		Nord-Asien, Alpen.
Caucasus:	128	»	»	»		Nord-Asien, Alpen.
Transcaucasien:	104	»	»	vom		Caucasus, Alpen und mit diesen westnordische Arten.
Scandinavien:	192	»	»	von		Nord-Asien, Amerika, Nord-Europa, Alpen.
Ural:	154	»	»	»		Nord-Asien, Nord-Europa, Alpen.
Britannien:	126	»	»	vom		Norden, Pyrenäen, Alpen.
Island:	85	»	»	von		Scandinavien, alpine Spuren.
Grönland:	111	»	»	»		Scandinavien, alpine Spur.
Labrador:	59	»	»	»		Nord-Amerika, Nord-Asien, Scandinavien, alpine Spur.
O.- u. W.-Amerika:	125 u. 122	»	»	»		Nord-Asien und eigene Arten.
Temper. Asien:	182	»				Hauptheerd der nordisch-alpinen Flora.

Arct. Asien:	94	Species,	colonisirt	vom	temper. Asien, mit amerik. (alpinen?) Spuren.
Himalaya:	43	»	»	»	temper. Asien.
Tropen u. antarct. Gebiet:	12	»	»	»	Norden.

Mit diesen wenigen Ergebnissen ist nun von ferne nicht erschöpft, was aus unsrer Tabelle an Belehrung zu ziehen ist. Erst Der, welcher sie neu und mit unbefangenem Blick, mit andern Zielen als die unsrigen, betrachtet, wird die wichtigsten und nützlichsten Thatsachen auffinden, wird den Spuren näher kommen, die uns Gottes gewaltige Schöpferhand auch in der heutigen Verbreitung der Gebirgspflanzen hinterlassen hat. Und so sei denn diese Arbeit nicht blos dem Wohlwollen, sondern ganz besonders der Kritik, der Berichtigung, dem Ausbau durch Alle empfohlen, denen die historisch-geographische Erforschung der Schöpfung Freude macht.

Basel, im Februar 1866.

TABULAE

DISTRIBUTIONEM FLORAE ALPINAE SISTENTES.

Erklärung der Zeichen der Tabelle.

a nach dem Speciesnamen bezeichnet die verbreitetsten und massenhaft auftretenden Arten.
1 nach dem Speciesnamen bezeichnet die vorzugsweise hochalpinen Arten.
Die übrigen Zeichen sind in der Einleitung des Textes erklärt.

Bemerkung.

Durch verspätete Nachträge wurden die Summen einzelner Rubriken der Tabelle um 1 — 2 grösser oder kleiner als der Text angibt.

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Ranunculaceae.																												
agene alpina, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
lictrum alpinum, L. *a.*	1	1	.	A	1A	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	H					
mone vernalis, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1						
Halleri, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	S	1	.	1											
narcissiflora, L.	.	.	.	.	1A	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	.	1	H 1	T	1	1		
alpina, L. **1**.	.	.	.	A	1A	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	H
Baldensis, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
unculus rutaefolius, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
alpestris, L. *a.*, **1**.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
glacialis, L. *a.*, **1**.	1	1	.	.	A	.	1	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Seguierii, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
crenatus, Waldst. Kit. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
aconitifolius, L. **1**.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	H
parnassifolius, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
amplexicaulis, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
pyrenaeus, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1				.		
Thora, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
hybridus, Bir.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
pygmaeus, Soland. *a.*	.	1	1	1A	1A	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1													
montanus, L. **1**.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1	.	B	1	1	1	
llius europaeus, L. **1**.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
uilegia alpina, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
phinium elatum, L.	.	.	.	A	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1				
onitum Anthora, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	1	1					
Napellus, L. **1**	.	.	.	.	1A	.	1	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	H	.	.	.	1	1
variegatum, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1		.	1		
Papaveraceae.																												
paver alpinum, L. *a.*	1	1	1	1A	1A	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H	.	.	.	.	1
Cruciferae.																												
abis alpina, L. **1**	1	1	1	.	.	.	1	1	.	K	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	H	1B	1	1	1	1
saxatilis, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1
Allionii, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
ciliata, Br.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
stricta, Hds.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	H
serpyllifolia, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
vochinensis, Spreng.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
petraea, Lam.	.	1	1	1A	1A	1	1	.	1	1	.	1	1	.	1													
Halleri, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	K	.	.	1	1	.	1	.	1											
pedemontana, Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
pumila, Jcq. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
bellidifolia, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Scopoliana, Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
caerulea, Hnk. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
assica Richeri, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
rdamine alpina, Wlld. *a.* **1**.	1	1	1	1A	1A	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1						
asarifolia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
resedifolia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	1	1
gueninia tanacetifolia, Rchb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
ysimum pumilum, Gaud.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1			
ochroleucum, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	?	1					
aya alpina, Sternb. Hpp. *a.*	.	1	.	1A	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	H					
pinnatifida, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
yssum alpestre, L. ex Fenzl. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1B	1	1	1	H
Wulfenian., Bernh. ex Fenzl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	B	1	1		
trocallis pyrenaica, Br. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
aba aizoides, L. *a.* **1**.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	B	1	1	.	1
Sauteri, Hopp. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	2
	Island.	Gronland.	Labrador.	America orient.	America occident.	Sibiria arct.	Scandinavia.	Britannia.	Sibir. or. et Altaic.	Sibir. et Ross. Ural.	Caucas. et Tauria.	Transsilv. Carpath.	Sudet., etc.	Plan. Sarm. Germ.	Alp. orient.	Alp. centr.	Alp. occident.	Silv. nigr.	Voges.	Jurass.	Gall. centr.	Pyren.	Transcaucas.	As. minor et Cypr.	Rumel. et Graec.	Apennin.	
Draba tomentosa, Wahlenb. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1											
stellata, Jcq. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1												
frigida, Saut. *a.* **1**	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.		
Traunsteineri, Hppe. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1											
Johannis, Hst. *a.*	.	.	.	1A	1A	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	1	1										
Wahlenbergii, Hartm. *a.*	.	1	.	1A	1A	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H	.	1		
incana, L.	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H				
Capsella pauciflora, Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1						
Cochlearia pyrenaica, DC. u. Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1					
saxatilis, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	
brevicaulis, Facch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1												
Subularia aquatica, L.	.	.	.	A	A	.	1	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1					
Isatis alpina, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1										
Biscutella laevigata, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	.	.	1	
Thlaspi alpestre, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1	
montanum, L.	.	.	.	1A	1	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	.	.	.	1	.	
rotundifolium, Gd. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1										
Iberis garrexiana, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	T	.	1	
Aurosica, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	B?			
Hutchinsia alpina, Br. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	
Aethionema saxatile, Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	T	1	1	
Thomasii, Rb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1										
Cistineae.																											
Helianthemum canum, Dun., Gr., Godr.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	T	1	1	
alpestre, DC. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	B	1	1	
Violarieae.																											
Viola palustris, L. **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
pinnata, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	1										
ambigua, W. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1										
nummularia, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.		
[illegible], L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	B	1	.	
lutea, Sm.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	T	1	1	
calcarata, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	B	1	1	
[illegible], L. *a.* **1**	.	.	.	.	A	1	1	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	H	.	.	1	
[illegible], Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1												
Polygaleae.																											
Polygala chamaebuxus, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	
alpestris, Rb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1							
Sileneae.																											
Gypsophila repens, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	
Dianthus barbatus, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	S	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	
subacaulis, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1										
[illegible], Lois. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1					
tener, Balb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1					
[illegible], L. *a.*	.	.	.	.	1A	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
glacialis, Hnke. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1												
Saponaria lutea, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1										
Silene Pumilio, Wulf. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1												
Elisabethae, Jan.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1												
Vallesia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	1	
Saxifraga, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	
quadrifida, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1	
alpestris, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	1												
[illegible], L. **1**	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1
acaulis, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	
Lychnis alpina, L. *a.*	1	1	1	.	A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1					

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Alsineae.																												
Sagina saxatilis, Wimm. **1**	1	1	.	1 A	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1
glabra, Wlld.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
Alsine lanceolata, M. K. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
aretioides, M. K. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
stricta, Wahlenb.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	!								
biflora, Wahlenb. *a.*	1	1	.	1 A	1 A	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1	.	1											
laricifolia, Wahlenb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
Bauhinorum, Gay	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	1		
austriaca, M. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?
Villarsii, M. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	F 1	1				
verna, Bartl. *a.* **1**	.	1	.	1 A	1 A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	H
sedoides, Froel. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
recurva, Wahlenb. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	T	.	1		
rostrata, Koch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1						
grineensis, Gr., Godr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Cherleri, Fenzl. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1			
Moehringia muscosa, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1		
polygonoides, M. K. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Ponae, Fenzl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
villosa, Fenzl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Arenaria Marschlinsii, Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
ciliata, L. *a.* **1**	.	1	.	.	A	.	1	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	C	.	1		
biflora, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
grandiflora, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1
Stellaria cerastioides, L. *a.* **1**	1	1	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1 B	.	1	.	1
Frieseana, Ser.	.	.	.	1 A	1 A	.	1	.	1	1	.	1	1	1	1													
Cerastium latifolium, L. *a.* **1**	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1	.	.	1		
alpinum, L. *a.*	1	1	1	1	1 A	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1
ovatum Hopp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1													
grandiflorum, W. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1		
lineare, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Lineae.																												
Linum alpinum, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
Hypericineae.																												
Hypericum Richeri, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	H
nummularium, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1			
Geraniaceae.																												
Geranium macrorhizon, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1		
aconitifolium, L'Her.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
argenteum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
Rhamneae.																												
Rhamnus pumila, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1
Papilionaceae.																												
Ononis cenisia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1
Trifolium noricum, Wlf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
saxatile, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
alpinum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
Balbisianum, DC.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
pallescens, Schreb. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1
coespitosum, Reyn. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
spadiceum, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	.	.	1	.	H

	1 Island.	2 Grönland.	3 Labrador.	4 America orient.	5 America occident.	6 Sibiria arct.	7 Scandinavia.	8 Britannia.	9 Sibir. or. et Altaic.	10 Sibir. et Ross. Ural.	11 Caucas. et Tauria.	12 Transsilv. Carpath.	13 Sudet., etc.	14 Plan. Sarm. Germ.	15 Alp. orient.	16 Alp. centr.	17 Alp. occident.	18 Silv. nigr.	19 Voges.	20 Jurass.	21 Gall. centr.	22 Pyren.	23 Transcaucas.	24 As. minor et Cypr.	25 Rumel. et Graec.	26 Apennin.	27 Corsica.	28 Hispan.
Trifolium badium, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	.	1		
Phaca frigida, L.	.	.	.	1A	1A	1	1	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1											
alpina, Jcq.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
australis, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
astragalina, DC. *a.* **1**	.	.	1	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
oroboides, DC.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1					
Oxytropis uralensis, DC. *a.*	.	.	.	1A	1A	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
campestris, DC. **1**	.	.	.	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	1		
[illegible], DC. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.											
lapponica, Gd. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	H					
montana, DC. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	B	.	1		
Gaudini, Reut. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1					
triflora, Hpp. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Astragalus leontinus, Wlf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
purpureus, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	1
depressus, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	1	1	1		
aristatus, L'Her.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1
Coronilla vaginalis, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	1		
Hedysarum obscurum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	T	.	.	.	[illegible]
Orobus luteus, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	T	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	B	.	1		
Rosaceae.																												
Dryas octopetala, L. *a.* **1**	.	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1		
Geum reptans, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	[illegible]
montanum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	?	.	1	.	.	1	.	.	[illegible]
heterocarpum, Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Sibbaldia procumbens, L. *a.* **1**	1	1	1	.	A	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	1	1	.	1	1	.	1	H1	B	.	1	.	1
[illegible], L. *a*			.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1											
intermedia, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	1	.	1	.	.	1	.	1						
aurea, L. *a.* **1**	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1		
alpestris, Hall. fil. *a.* **1**	.	1	1	.	A	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	.	1	1	.	.	1		
grandiflora, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
nivea, L. *a.*	.	1	1	1A	1A	1	1	.	1	.	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	H	.	.	1		
minima, Hall. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
[illegible], Vill. *a*		1	1	1A	1A	1	1		1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
delphinensis, Gr. Godr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
[illegible], L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1
nivalis, Lap. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
Valderia, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
grammopetala, Mor.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Clusiana, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
nitida, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
Sanguisorbeae.																												
Alchemilla pubescens, M. B., Koch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1			
fissa, Schumm.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
alpina, L. **1**	1	1	.	.	.	.	1	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	B	1	1	1	1
pentaphyllea, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
cuneata, Thom.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Pomaceae.																												
Sorbus chamaemespilus, Crantz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1		
Onagrariae.																												
Epilobium Fleischeri, Hochst.	.	.	.	.		.	.	.		.	.	.	.	.	1	1	1											
trigonum, Schrank.	.	.	.	.				.		.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	T				
origanifolium, Lam. **1**	.	1	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1B	.	1	.	1
alpinum, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	H	B	1	1	1	B

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altai	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Juras.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Paronychieae.																												
Paronychia polygonifolia, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1
serpyllifolia, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	1B	1	1	.	H
Herniaria alpina, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Crassulaceae.																												
Rhodiola rosea, L. *a.*	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	1	.	.	1	H					
Sedum Anacampseros, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	S	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
villosum, L.	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1
atratum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1		
annuum, L. **1**	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1			
alsinaefolium, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
repens, Schl. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	
Sempervivum tectorum, L. et affs.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	.	?	1	1	1	.	.	1	.	1	.	1	1	1	.	1
Wulfenii, Hpp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Funkii, Br.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
montanum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	1		
Gaudini, nob.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
arachnoideum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	?	1		
hirtum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	S	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
soboliferum, Sims.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	S	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1				
Saxifrageae.																												
Saxifraga Cotyledon, L.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	H
aizoon, Jcq. **1**	.	1	1	A	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1		
elatior, Mert., Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Hostii, Tausch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
lantoscana, Reut.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
cochlearis, Rb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
florulenta, Mor.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
lingulata, Bell.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	H
crustata, Vest.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
mutata, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
Burseriana, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Vandelii, Sternb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
diapensioides, Bell. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
squarrosa, Sieb. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
caesia, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
retusa, Gou. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
oppositifolia, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1
biflora, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
aspera, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
tenella, Wulf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
aizoides, L. *a.* **1**	1	1	1	A	A	.	1	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.	.	1		
valdensis, D C. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Seguierii, Spr. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
androsacea, L. *a.* **1**	.	.	.	.	A	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	B	.	1		
planifolia, Lap. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Facchinii, Kch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
sedoides, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
stenopetala, Gaud. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1												
exarata, Vill. *a.* **1**	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	B	1			
muscoides, Wulf. *a.* **1**	.	.	.	.	.	1	.	?	1	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	.	1		
coespitosa, L.	.	1	.	1A	1A	1	1	1	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	1						
Pedemontana, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
Hirculus, L.	1	1	.	1A	1A	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	H 1					
stellaris, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	1
hirsuta, L.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	.	.	1						
umbrosa, L.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	?	.	.	.	.	.	.	1						
cuneifolia, L.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America arct.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Ls. ela.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet. etc.	14. Plan. Saxo-Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jura.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcauc.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Saxifraga aizoonides, L. Kch. *a.*		.	.	A	.	.	1	.	.	.	.	1	.	S	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1		
petraea, L.				.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	.	1													
cernua, L. *a.*	1	1		1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	H					
rotundifolia, L. **1**	.							.		.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1		B	1	1		
arachnoidea, Sternb.	.			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
hieracifolia, W. K.	.			1	1A	1	.	.	1	1	.	1	.	.	1													
paradoxa, Sternb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Umbelliferae.																												
Astrantia minor, L. **1**	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	B?				
gracilis, Bartl.	.	.	.				.	.	.	.	.	.	.	.	1													
carniolica, Wlf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
major, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	S	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	.	1
Eryngium alpinum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1								
Spina-alba, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Bupleurum ranunculoides, L. *a.* **1**	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	1B				
stellatum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
longifolium, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Athamanta cretensis, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1			
Ligusticum ferulaceum, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1								
Meum Athamanticum, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.		1		1
mutellina, Grtnr. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	1	
Gaya simplex, Gaud. *a.*	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1					
Heracleum alpinum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1								
minimum, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Archangelica officinalis, Hoffm.	1	1	1	A	1A	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1					
Laserpitium hirsutum, Lam.	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
Malabaila Hacquetii, Tausch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.		.	.				.	.	.	1		
Caprifoliaceae.																												
Lonicera coerulea, L. **1**	.	.	1	1A	1A	.	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
Linnaea borealis, L.	.	.	1	1A	1A	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1											
Stellatae.																												
Galium megalospermum, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
alpestre, R. S. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.		1	.	.	.	.	1	•		
helveticum, Weig. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
baldense, Spreng. ex Rb. non Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Valerianeae.																												
Valeriana tripteris, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
montana, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	.	H
[illegible] L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
[illegible] All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
[illegible] L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
[illegible] L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	S	1													
[illegible] L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
Dipsaceae.																												
Scabiosa lucida, Vill. **1**	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1						
alpina, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	?	.	.	.	1		
Compositae.																												
Corymbiferae.																												
Adenostyles albifrons, Rb.	.	.						.				1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	1	H
alpina, Bluff. **1**	.	.	.		.			.				1	.	.	1	1	1		.	1		.	.	.	.	1		
leucophylla, Rb. *a.*	.	.	.				.						.	.	1	.	1		.	.	.	.	.	B	1	1		
Homogyne sylvestris, Cass.	.														1													

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Homogyne alpina, Cass. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	!	1	1	.	.	1			
discolor, Cass.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1													
Petasites niveus, Baumg.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	S	1	1	1	.	.	.	.	1						
Aster alpinus, L. *a.* **1**	.	.	.	1A	1	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	?	.	1	1	1	1	.	1	1		
Bellidiastrum Michelii, Cass. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1		
Erigeron droebachensis, Mill.	.	.	.	A	A	.	1	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H					
alpinus, L. et affs. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	H1	1	1	1	.	1
uniflorus, L. *a.* **1**	1	1	.	1A	1A	1	1	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	F1	B	.	1		
Gnaphalium supinum, L. *a.* **1**	.	1	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1	.	B	1	.	1	1
Leontopodium, Scop. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
carpathicum, Wahlb. *a.* **1**	.	.	.	A	A	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Artemisia lanata, Willd.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	H
glacialis, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
mutellina, Vill. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
Villarsii, Gr. Godr. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
spicata, Wlf. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
tanacetifolia, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1											
nana, Gaud. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
chamaemelifolia, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Achillea alpina, L.	.	.	.	1A	1A	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1						
Clavennae, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
macrophylla, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
moschata, Wlf. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	?	1		
nana, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
atrata, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
Clusiana, Tsch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Herba Rota, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Anthemis montana, L. Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	.	B	1	1	.	H
alpina, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Chrysanthemum montanum, L. Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	
coronopifolium, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
alpinum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
ceratophylloides, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
Doronicum cordifolium, Sternb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1		
austriacum, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	H
Aronicum Clusii, (All.) *a.*	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
scorpioides, Kch. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	
Arnica montana, L. **1**	.	1	.	1A	1A	.	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	H
Cineraria crispa, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1													
longifolia, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1		
alpestris, Hoppe.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	1	1												
aurantiaca, Hoppe. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1											
Senecio abrotanifolius, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
cordatus, Kch. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1		
incanus, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Doronicum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	H
Compositae. Cynareae.																												
Cirsium spinosissimum, Scop. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
heterophyllum, All. **1**	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	?	.	.	.	1	1	.	1			
carniolicum, Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1						
Carduus aurosicus, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
carlinaefolius, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
Saussurea alpina, D C. *a.*	.	.	.	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
discolor, D C. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	1	.	1											
depressa, Gren. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	.	.	1	1											
pygmaea, Spr. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1													
Berardia subacaulis, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Rhaponticum scariosum, Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	B	.	1		
Centaurea nervosa, Wlld. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
uniflora, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
Carlina nebrodensis, Guss.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1		

	1. Island.	2. Groenland	3. Labrador	4. America orient.	5. America occident.	6. Siberia arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic	10. Sibir. et Ross. Ural	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Compositae.																												
Cichoraceae.																												
Aposeris foetida, Less.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	H
Leontodon Taraxaci, Lois. *a.*	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
pyrenaicus, Gouan. *a.* **1**	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	.	1	.	1
incanus, Schr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1								
alpinus, Vill., Gr., Godr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
Picris pyrenaica, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	1	1						
Scorzonera tenuifolia, D C., Bertol.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
aristata, Ram.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1						
rosea, W. K.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Hypochoeris uniflora, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1										
Willemetia apargioides, Cass.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1			
Mulgedium alpinum, Less. **1**	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1						
Plumieri, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	H
[illegible] **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
alpestris, Tsch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	1			
chrysantha, Froel. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	1	.	1											
Jacquini, Tsch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
[illegible], Tsch.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1						
pygmaea, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	H
blattarioides, Vill. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1						
grandiflora, Tsch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
Soyeria montana, Monn.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
hyoseridifolia, Kch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1												
[illegible] *a.*	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	I	1			
[illegible], L.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	?	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1						
sabinum, Sebast.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
staticefolium, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1								
porrifolium, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I				
glaucum, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1		
porrectum, Fries.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1								
villosum, L. Jcq. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	B	1	1		
[illegible], Schl. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
alpinum, L. *a.* **1**	1	1	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	1		
cydoniaefolium, Vill.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1											
lanatum, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1B	1	1		
[illegible], Vill. *a*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	1						
prenanthoides, Vill.	.	1	.	,	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	1		
ochroleucum, Schl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1											
saxatile, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	1
vogesiacum, Moug.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1						
Campanulaceae.																												
Phyteuma pauciflorum, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
hemisphaericum, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	1			
[illegible], Schl. *a*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
Sieberi, Spr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
Scheuchzeri, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
Michelii, Bert. Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
Halleri, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
Campanula barbata, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1								
[illegible], Vill. *a*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
spicata, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
thyrsoidea, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1								
[illegible], Wlf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
pulla, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
excisa, Schl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
stenocodon, Boiss. diagn.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
pusilla, Hnke. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1		
Scheuchzeri, Vill. *a.* **1**	.	1	.	1A	1A	1	.	.	1	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1		

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Campanula carnica, Schied.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
rhomboidalis, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1						
latifolia, L. **1**	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	H1	B	1			
Raineri, Perp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Morettiana, Rb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
cenisia, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1											
alpina, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H?
Vaccineae.																												
Vaccinium uliginosum, L. **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1			
Ericineae.																												
Arctostaphylos alpina, Sprg. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
Erica carnea, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
Azalea procumbens, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	?	1						
Rhododendron ferrugineum, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
hirsutum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1												
chamaecistus, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1													
Gentianeae.																												
Gentiana lutea, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	B	1	1	.	H
Burseri, Lap.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
punctata, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
purpurea, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	K	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
pannonica, Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1													
asclepiadea, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	.	.	.	B	1	1	1	
Froelichii, Hladn. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
frigida, Hnk. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1													
acaulis, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	1
bavarica, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
brachyphylla, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
verna, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1B	1	1		
imbricata, Froel. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
pumila, Jcq. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
prostrata, Hnk. *a.*	.	.	.	.	1A	.	.	.	1	.	1	1	.	.	1													
utriculosa, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
nivalis, L. *a.* **1**	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	T	.	1		
campestris, L. **1**	1	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
obtusifolia, Wlld.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	1											
tenella, Rottb. *a.*	1	.	.	A	1A	1	1	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H	.	.	.	.	1
nana, Wulf. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Swertia perennis, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Pleurogyne carinthiaca, Grieseb. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	F					
Polemoniaceae.																												
Polemonium coeruleum, L.	.	1	.	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	1	H					
Borragineae.																												
Cerinthe alpina, Kit.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
Eritrichium nanum, Schrad. *a.* **1**	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1			
Myosotis alpestris, Schmidt. *a.* **1**	.	.	.	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	H1	1B	1			
Echinospermum deflexum, Lehm.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	.	1	.	1											
Verbasceae.																												
Scrophularia Hoppei, Kch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	1		
Antirrhineae.																												
Linaria alpina, Mill. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
Erinus alpinus, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. Americ. arct.	5. Americ. occident.	6. Sibir. arct.	7. Scandinav.	8. Britann.	9. Sibir. or. et Altai	10. Sibir. et Ross. Ural	11. Caucas. et Persia	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silva nigr.	19. Voges.	20. Juras.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Veronica Allionii, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
aphylla, L. *a.* **1**	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1		
bellidioides, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1		
fruticulosa, L. *a.*	1	.	.	.	.	.	.	?	.	1	1	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1			
saxatilis, L. *a.* **1**	1	1	.	.			1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1
alpina, L. *a.* **1**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1	1	1
urticifolia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1		
Paederota Bonarota, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
Ageria, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Wulfenia carinthiaca, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Rhinanthaceae.																												
Tozzia alpina, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
Pedicularis Jacquini, Kch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
rostrata, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	H
asplenifolia, Fl. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	H					
Portenschlagii, Sauter. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
fasciculata, Bell.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
gyroflexa, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
tuberosa, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
rosea, Wulf. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	.	.	.	1	.	1											
incarnata, Jcq. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1											
Barrelieri, Rob.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1											
comosa, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	S	1	.	1	.	.	.	1	1	1	B	1	1	.	1
foliosa, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1		
Haequetii, Graf.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	T				
recutita, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
versicolor, Wahl. *a.*	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	H					
acaulis, Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
verticillata, L. *a.* **1**	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	H 1	B	1	1	.	1
Friderici Augusti, Tom.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
Sceptrum carolinum, L.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1													
Bartsia alpina, L. *a.* **1**	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1						
Rhinanthus alpinus, Baumg.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	T	1			
Euphrasia minima, Schl. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1 B	1	.	.	1
salisburgensis, Hänke.	1	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H
tricuspidata, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Labiatae.																												
Calamintha alpina, Lam. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	B	1	1	.	1
Horminum pyrenaicum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	H
Dracocephalum Ruyschiana, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	1	1					
Lamium longiflorum, Ten.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	B	1	1	1	
Betonica Alopecuros, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1		
hirsuta, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	H
Sideritis hyssopifolia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1
Scutellaria alpina, L. ex Ledeb.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	1
Ajuga pyramidalis, L. **1**	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1		
Teucrium pyrenaicum, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	H
Lentibularieae.																												
Pinguicula alpina, L. **1**	1	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1	H					
Primulaceae.																												
Trientalis europaea, L.	1	.	1	.	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	?	1	.	.	.	?						
Androsace helvetica, Gaud. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
imbricata, Lam. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
glacialis, Hopp. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
pubescens, DC. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1						
[illegible]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.
	Island.	Grönland.	Labrador.	America orient.	America occident.	Sibiria arct.	Scandinavia.	Britannia.	Sibir. or. et Altaic.	Sibir. et Ross. Ural.	Caucas. et Tauria.	Transsilv. Carpath.	Sudet., etc.	Plan. Sarm. Germ.	Alp. orient.	Alp. centr.	Alp. occident.	Silv. nigr.	Voges.	Jurass.	Gall. centr.	Pyren.	Transcaucas.	As. minor et Cypr.	Rumel. et Graec.	Apennin.	Corsica.	Hispan.
Androsace villosa, L.	.	.	.	.	A	.	.	.	1	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	1	1	1B	.	1		
chamaejasme, Host. *a.* **1**	.	.	.	1A	1A	1	1	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1											
obtusifolia, All. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1											
lactea, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1								
carnea, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	B?				
septentrionalis, L.	.	.	.	1A	1A	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1					
Chaixii, Gr. Godr.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1											
Aretia vitaliana, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1
Soldanella montana, Wlld.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1													
alpina, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1		
pusilla, Baumg. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
minima, Hopp. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Cortusa Mathioli, L.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	H					
Primula minima L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1			
Allionii, Lois.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
glutinosa, Wlf. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
integrifolia, L. Koch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1						
spectabilis. Tratt. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
calycina, Duby.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
latifolia, Lap. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
villosa, Jacq. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
pedemontana, Thom. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Auricula, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	?	.	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1		
oenensis, Thom. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
carniolica, Jcq.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
marginata, Curt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
farinosa, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	1	1	.	1	
longiflora, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1											
Globularieae.																												
Globularia nudicaulis, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	H
cordifolia, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1	.	H
Plumbagineae.																												
Armeria alpina, (Hoppe.) *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1			
Plantagineae.																												
Plantago montana, Lam. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	B	1	1		
alpina, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1	.	1	.	H
sericea, Bertol.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Polygoneae.																												
Rumex alpinus, L. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	B	1	1		
nivalis, Hegetsch. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1												
Oxyria digyna, Campdera. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H1	1B	.	.	1	
Polygonum viviparum, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1		
alpinum, All.	.	.	.	.	1A	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	F1	.	1	1	.	H
Thymeleae.																												
Daphne striata, Tratt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1												
Passerina dioica, Ram.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.		
Empetreae.																												
Empetrum nigrum, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	H
Salicineae.																												
Salix phylicifolia, L.	.	.	.	A	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1					
glabra, Scop.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1													
hastata, L. *a.* **1**	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	.	1

	1. Island	2. Grönland	3. Labrador	4. America arct.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia	8. Britannia	9. Sibir. or. et Altai	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Tauria	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet. etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica	28. Hispan.
Salix myrtilloides, L.	1	.	.	1A	1A	1	1	.	1	1	.	1	1	S	1													
arbuscula, L.	1	1	.	A	.	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	.	.	1	1					
Lapponum, L. *a.*	1	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	.	1	8	1	1	1	.	.	1								
glauca, L. *a.*	1	1	1	1A	1A	1	1	.	1	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	-	.	1						
caesia, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
myrsinites, L. *a.*	1	1	1	1A	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
reticulata, L. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
[illegible], L. *a.* **1**	.	.	.	1	1A	1	1	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1		
herbacea, L. *a.* **1**	1	1	.	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1						
Betula nana, L.	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	1					
Alnus viridis, D C. **1**	.	1	.	1A	1A	1	.	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	1										
brembana, Rota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
Coniferae.																												
Pinus montana, Mill. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	T	1	1		
[illegible], L.	.	.	.	.	1A	1	.	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1											
Larix, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	1	.	.	1	1	1											
Juniperus nana, Wlld. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	1	BT	1	1	.	1
Potameae.																												
Potamogeton praelongus, Wulf.	.	.	.	A	.	.	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	H					
Juncagineae.																												
Scheuchzeria palustris, L.	.	.	.	A	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1								
Typhaceae.																												
Sparganium natans, L.	1	1	.	1A	1A	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	H
Orchideae.																												
[illegible], L.	.	.	.				.	.	.	.	1	1	1	S	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
Gymnadenia albida, Rich. **1**	1	1	.	.	.	.	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
Nigritella angustifolia, Rich. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	S	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1		
Chamaeorchis alpina, Rich. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
Irideae.																												
Crocus vernus, All. **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	C	1	1	.	H
Amaryllideae.																												
Narcissus radiiflorus, Salisb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1								
Asparageae.																												
Streptopus amplexifolius, D C.	.	1	1	.	A	.	.	.	K	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
Liliaceae.																												
Lloydia serotina, Salisb. *a.* **1**	.	.	.	1A	1A	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H					
Paradisia Liliastrum, Bert.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	H
Gagea Liottardi, Schult.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	1		
Allium victorialis, L.	.	.	.	.	A	.	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	.	H
[illegible], L. **1**	.	.	.	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	H1	.	1	1	1	1
Colchicaceae.																												
Colchicum alpinum, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
[illegible], L. **1**	.	.	.	A	A	.	1	.	1	1	1	1	1	S	1	1	1	.	.	1	.	1	1	.	1	1	.	1
[illegible], Wahlenb. *a.*	1	1	1	1A	A	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	.	1											

	1. Island.	2. Grönland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet., etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Juncaceae.																												
Juncus Jacquini, L. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
arcticus, Wlld. *a.*	1	1	.	1A	1A	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
stygius, L.	.	.	.	A	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	1												
castaneus, Sm.	.	1	.	1A	1A	.	1	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	H					
triglumis, L. *a.* **1**	1	1	.	1A	1A	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H					
trifidus. L. *a.* **1**	1	1	.	A	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	1			
filiformis, L.	.	1	.	1A	1A	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
alpinus, Vill.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1
squarrosus, L.	1	1	.	.	.	.	1	1	.	1	.	1	1	1	.	1	.	1	.	.	1	1	.	.	1	.	.	H
Luzula flavescens, Gd.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1			
glabrata, Hpp. *a.*	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1													
spadicea, D C. *a.*	.	1	1	A	1A	1	1	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	.	1		
lutea, D C. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
spicata, D C. *a.* **1**	1	1	1	A	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	H	1	1	1	1	1
pedemontana, Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
pediformis, D C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
Cyperaceae.																												
Scirpus alpinus, Schl. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
coespitosus, L. **1**	1	1	.	1A	1A	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	1	
Eriophorum alpinum, L. **1**	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	?
Scheuchzeri, Hpp. *a.* **1**	1	1	1	1A	1A	1	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H	.	.	1		
Elyna spicata, Schrd. *a.*	.	1	.	1A	1A	.	1	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1		
Kobresia caricina, Wlld. *a.*	.	1	.	1	A	.	1	1	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	1				
Carex capitata, L.	1	1	.	A	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1													
rupestris, All. *a.*	.	1	.	A	.	.	1	1	1	1	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
microglochin, Wahl. *a.*	.	1	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1											
baldensis, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
curvula, All. *a.* **1**	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
incurva, Lightf. *a.*	.	1	.	1A	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H					
chordorhiza, Ehrh.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	.	.	1	1	.						
foetida, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
microstyla, Gay, *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1											
lagopina, Wahlb. *a.*	1	1	.	1A	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Heleonastes, Ehrh.	.	1	.	1A	1	.	1	.	.	.	.	.	.	S	1	1	.	.	.	1								
Persoonii, Sieb. *a.* **1**	.	1	.	1A	A	.	1	1	.	1	.	.	.	.	1	1	1											
mucronata, All.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	?	
microstachya, Ehrh.	.	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	1	1												
bicolor, All. *a.*	.	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1											
Vahlii, Schk. *a.*	.	1	.	1A	A	.	1	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	H					
atrata, L. *a.* **1**	1	1	.	1A	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H 1	1				
irrigua, Sm.	.	.	.	1A	.	.	1	1	.	1	.	1	1	.	1	1												
membranacea, Hpp. *a.* **1**	.	.	.	.	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
vaginata, Tsch. *a.*	.	1	.	1A	.	.	1	1	1	1	.	.	1	.	.	1	.											
rigida, Good.	1	1	1	1A	.	1	1	1	.	1	1	1	1	.	?	.	.	.	.	.	.	1	1					
clavaeformis, Hpp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
capillaris, L. *a.*	1	1	.	1A	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
ustulata, Wahl. *a.*	.	1	.	1A	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	H					
frigida, All. *a.* **1**	1	1	.	1A	1	.	1	.	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	1	1	
sempervirens, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	1	.	1	1		
hispidula, Gaud.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
firma, Host. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1											
ferruginea, Scop. **1**	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1		
tenuis, Host.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
Gramineae.																												
Hierochloa borealis, R. S.	1	?	.	A	1A	.	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1					
Alopecurus Gerardi, Vill. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	1	1	1		
Phleum Michelii, All. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	1	.	1		

	1. Island.	2. Groenland.	3. Labrador.	4. America orient.	5. America occident.	6. Sibiria arct.	7. Scandinavia.	8. Britannia.	9. Sibir. or. et Altaic.	10. Sibir. et Ross. Ural.	11. Caucas. et Tauria.	12. Transsilv. Carpath.	13. Sudet. etc.	14. Plan. Sarm. Germ.	15. Alp. orient.	16. Alp. centr.	17. Alp. occident.	18. Silv. nigr.	19. Voges.	20. Jurass.	21. Gall. centr.	22. Pyren.	23. Transcaucas.	24. As. minor et Cypr.	25. Rumel. et Graec.	26. Apennin.	27. Corsica.	28. Hispan.
Phleum alpinum, L. *a.* 1	1	1	1	1	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	H1	1	1	1	1	
Sesleria microcephala, D C. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
sphaerocephala, Ard. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
disticha, Pers. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1						
pedemontana, (Boiss.) *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1											
Koeleria hirsuta, Gaud. *a.*	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1											
alpicola, Gr. Godr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H
Agrostis alpina, Scop. *a.* 1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1						
rupestris, All. *a.* 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	1	1	
Calamagrostis tenella, Host.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1								
Avena alpina, Sm.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1													
planiculmis, Schrad.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	1													
versicolor, Vill. *a.* 1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1		
sempervirens, Vill. non Host.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1			
setacea, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1											
montana, Vill.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1
Hostii, Boiss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	.	.	1	.	1											
Trisetum alpestre, Beauv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1													
distichophyllum, Beauv. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1											
subspicatum, Beauv. *a.*	1	1	1	1A	1A	.	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	H1	.	.	.	.	H
Poa laxa, Hnke. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	1	.	1	1
minor, Gd. *a.*	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1						
alpina, L. *a.* 1	1	1	1	1A	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	H1	1	1	1	.	1
caesia, Sm.	.	1	.	1A	1A	1	1	1	1	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	1	.	1			
cenisia, All. *a.*		1	.	1A	1A	1	1	.	1	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	
Festuca Halleri, All. *a.*	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1
varia, Hnk. *a.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	1	.	1				
pumila, Vill. *a.* 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
pilosa, Hall.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	H
laxa, Host.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1													
spectabilis, Jan.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
spadicea, L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	1
Scheuchzeri, Gd.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1								
Cryptogamae.																												
Lycopodium alpinum, L. *a.*	1	1	.	A	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1		
Selaginella spinulosa, Br. *a.* 1	1	1	.	A	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	H					
Polypodium alpestre, Hpp. 1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1						
Woodsia hyperborea, Kch.	1	1	.	1A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.	.	.	1						
Aspidium Lonchitis, Sw.	1	1	.	1A	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	BT	1	1	1	1
Polystichum rigidum, D C.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1
Cystopteris montana, Link.	.	.	.	A	.	.	1	1	K	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1						
Asplenium fissum, Kit.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1		
viride, Huds.	.	1	.	A	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	C	.	.	.	1
septentrionale, Sw. *a.* 1	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	BT	.	1	1	1
Allosorus crispus, Bern. *a.*	.	.	.	.	A	.	1	1	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	B	.	1	.	1

OBSERVATIONES CRITICAE

IN SINGULAS SPECIES TABULARUM DISTRIBUTIONEM

FLORAE ALPINAE SISTENTIUM.

1. Anemone Halleri All. incl. A. Hackelii Ledeb. — Planta in alpium tractu alpestris, orientem versus potius collina.
2. Ranunculus rutaefolius L. incl. R. anemoniodi Zahlb. forma elongata sylvatica.
3. Ran. alpestris L. incl. R. Traunfellneri Hoppe.
4. Ran. crenatus W. K. incl. R. magellensi Ten. — sec. Hausmann forma orientalis Ran$^{i.}$ alpestris.
5. Ran. aconitifolius L. incl. R. platanifolio L.
6. Ran. montanus L. incl. R. Villarsii DC. R. gracili Schl. R. Gouani Wlld. an etiam R. adunco Gr. Godr. alpium Delphinatus?
7. Aconitum variegatum L. incl. A. paniculato Lam. cum innumeris varietatibus.
8. Papaver alpinum L. syn. P. nudicaule L. incl. P. pyrenaico Wlld.
9. Arabis Halleri L. vix alpestris.
10. Erysimum pumilum Gaud. forma alpestris Erys. Cheiranthi Pers. syn. E. helvetici DC.
11. Braya alpina St. Hpp. incl. B. glabella Rich.
12. Alyssum alpestre L. ex Fenzl. non ubique, sed in alpibus planta alpestris.
13. Al. Wulfenianum Bernh. (incl. A. cuneifolio Ten.) forma alpestris Al$^{i.}$ montani L.
14. Draba aizoides L. incl. D. Zahlbruckneri Hpp. D. hispanica Boiss.
15. Dr. Sauteri Hoppe. Absque dubio hybrida inter D. aizoidem et Leucodrabam quandam.
16. Dr. stellata Jacq. forma glabrata et stylosa Dr$^{ae.}$ tomentosae?
17. Dr. Traunsteineri Hppe. forma stylosa, Dr$^{ae.}$ Johannis, aut hybrida, uti vult Rb.?

18 Draba Wahlenbergii Hartm. syn. D. androsacea Wahlb.

19 Dr. incana L. Huc pertinent Dr. contorta Ehrh. et Dr. stylaris Gay. syn. Dr. Thomasii Kch.

20 Capsella pauciflora Kch. an forma alpestris Cae. procumbentis Kch.?

21 Cochlearia pyrenaica D C. forma alpestris Cae. officinalis L.

22. Cochl. saxatilis L. incl. Kernera Boissieri Reuter.

23 Cochl. brevicaulis Facch. an forma prioris?

24 Subularia aquatica L. planta a Hinterhuber prope Salzburg indicata. in Pyrenaeo a Loret ad lacus glaciales lecta.

25 Thlaspi alpestre L. incl. innumeris formis Jordanianis, ita ut Thl. Gaudini Jurassi, brachypetalo et virgato alp. occid. Thl. Salisii alp. orient. Thl. vogesiaco Vogesi etc.

26 Thl. montanum L. incl. Thl. alpino Jacq. forma polysperma et reducta alpium altiorum.

27 Thl. rotundifolium Gaud. incl. Thl. cepeaefolio Gaud. (et Koch. excl. planta Carnica, quae differre videtur).

28 Hutchinsia alpina Br. incl. H. brevicauli Hoppe alp. orient. et H. affini Jord. alp. occid.

29. Aethionema saxatile Br. vix alpestris.

30. Aeth. Thomasii Rb. spec. distinctissima Pedemontii.

31. Helianthemum alpestre D C. num forma Hi. cani Dun.?

32. Viola palustris L. incl. V. epipsila Led.

33. V. ambigua W. K. Huc pertinent duae plantae aegre conjungendae: vallesiaca alpestris apud Rb. icon. III. 4494 mediocriter depicta, et pannonica collina mihi ignota.

34. V. cenisia L. incl. V. valderia All. V. Comollia Mass. V. nevadensi Boiss.

35. Polygala alpestris Rb. forma alpestris P. amarae L.?

36. Dianthus subacaulis Vill. secund. Rb. forma reducta Di. neglecti Lois.

37. D. alpinus L. secund. Kerner forma alpestris Di. deltoidei L.

38 Silene vallesia L. incl. S. tejedensi Boiss.

39 S. Saxifraga L. vix alpestris.

40. Alsine arctoides M. K. incl. A. herniarioidi Rion Vallesiae.

41. Als. biflora Wahlenb. syn. A. arctica Stev. Habitatio ob confusionem cum A. verna difficile eruenda.

42. Als. verna Bartl. incl. Als. rubella Wahlenb. non Koch. forma reducta arctica.

43. Alsine sedoides Froelich syn. Als. rubella Koch non Wahlenb. Haec planta Alpium Rhaeticarum egregie ab A. rubella Wahlenb., id est a forma arctica Als. vernae differt. Conf. Rb. icon.
44. Als. recurva Wahlenb. — Arenaria recurva M. B. araratica est Als. hirsuta Fenzl. Vera A. recurva recte a Tchihatscheff in Asia minore indicata?
45. Als. rostrata Kch. forma alp. Alsines Jacquini Koch.
46. Arenaria Marschlinsii Kch. an forma alp. A. serpyllifoliae L.?
47. Hypericum nummularium L. vix alpestris.
48. Geranium macrorhizon L. vix alpestre. Nuper in Subsilvania Helvet. detecta.
49. Trifolium Balbisianum D C. alpium Liguriae a Tr. montano L. mihi satis differre videtur.
50. Phaca australis L. incl. Ph. Gerardi Vill.
51. Oxytropis uralensis D C. incl. O. Halleri Bunge et Astragalo velutino Sieber.
52. Oxytr. montana D C. incl. O. carpathica Uechtritz.
53. Oxytr. Gaudini Reuter alpium merid. incl. O. cyanea M. B. caucasica.
54. Oxytr. triflora Hoppe cum priori forsan conjungenda.
55. Astragalus aristatus L'Her. incl. A. nevadensi Boiss.
56. Potentilla intermedia L. incl. P. thuringiaca Bernh. et P. parviflora Gaud.
57. P. aurea L. male a Hooker cum P. verna L. distinctissima conjuncta.
58. P. alpestris Hall. a Hooker cum P. verna L. conjuncta. — In alpibus saltem sat distinctae.
59. Alchemilla pubesçens M. B. incl. Alch. truncata Tausch.
60. Epilobium alpinum L. et E. origanifolium Lam. a Hooker (an recte?) conjuncta.
61. Paronychia serpyllifolia D C. forma alpestris P. capitatae Lam.
62. Herniaria alpina Vill. cum H. Boissieri Gay conjungenda?
63. Sedum alsinaefolium All. vix alpestre.
64. Sempervivum tectorum L. variis formis tum alpestribus cum collinis luxurians.
65. Semp. arachnoideum L. incl. S. Fauconnetii Reut. Jurassi.
66. Semp. soboliferum Sims. incl. S. arenario Kch.
67. Semp. Gaudini nobis. syn. S. globiferum Gaud. fl. helv. III., pag. 291 (1828) non Linn. nec Koch synops. — Species distinctissima alpium Pedemontii (legi in vallibus Cognes et Soanna) a S°· tectorum squamis hypogynis planis tetragonis, a S°· Wulfenii pubescentia glandulosa, a Si· montani formis capsulis late ovatis foliisque distincte ciliatis, a S°· Funkii foliis obovato-cuneatis, petalis linearibus lon-

gissime subulatis, floribus saepius flavis rarius purpureis et magnitudine plantae sat diversa.

68. Semp. montanum L. incl. ejus forma ochroleuca S. Braunii Funk. — Sempervivorum genus a recentioribus innumeras in »species« plus minus rite dissectum hoc loco secundum principales solummodo typos disponere placuit.

69. Saxifraga Hostii Tausch. cum S. elatiori M. K. conjungenda?

70. S. oppositifolia M. incl. S. Rudolfiana Hornsch.

71. S. biflora All. incl. S. Kochii Hornung.

72. S. aspera L. incl. S. bryoidi L. forma reducta.

73. S. tenella Wulf. an forma prioris?

74. S. Facchinii Kch. forma dolomitica S. planifoliae videtur.

75. S. sedoides L. incl. S. Hohenwartii Sternb.

76. S. exarata Vill. incl. S. orientali Boiss.

77. S. muscoides Wulf. cum priori conjungenda?

78. S. coespitosa L. syn. S. groenlandica L. Tot hujus plantae sunt varietates quot stationes, vixque a duabus praecedentibus est separanda. Sed quoad alpes separationem servare placet.

79. S. stellaris L. incl. S. Clusii Gouan.

80. S. cuneifolia L. incl. S. apennina Bertol.

81. S. adscendens L. syn. S. contraversa Sternb.

82. Eryngium Spina alba Vill. incl. E. glaciale Boiss.

83. Bupleurum ranunculoides L. incl. B. anguloso L. et B. olympico Boiss

84. B. longifolium L. vix alpestre.

85. Meum athamanticum Jcq. incl. M. nivali Boiss.

86. Heracleum alpinum L. vix alpestre.

87. Archangelica officinalis L. In carpatho monte alpestris, caeterum vix alpestris.

88. Galium alpestre R. S. forma alpestris G^{i.} sylvestris Poll. syn. G. argentum Vill.

89. G. baldense Spreng. ex Rb. non ex Kch. Form. alp. G^{i.} saxatilis L.? — A G. helvetico diversum.

90. Scabiosa lucida Vill. form. alp. S. columbariae L.

91. Adenostyles alpina Bluff. forma A. albifrondis Rb.?

92. Erigeron droebachensis Mill. forma glareosa E. acris L. incl. E. elongato Led.

93. E. alpinus L. incl. E. Villarsii Bell. E. glabrato Hpp.

94. E. uniflorus L. an forma glacialis prioris?

95. Gnaphalium supinum L. forma alp. Gn$^{i\cdot}$ sylvatici L.
96. Artemisia lanata Willd. ex Kch. incl. A. nitida Bertol. et A. pedemontana Balb.
97. Art. nana Gaud. forma alp. A$^{ae\cdot}$ campestris L.
98. Achillea alpina L. incl. A. pyrenaica Gay.
99. A. Clavennae L. incl. A. umbellata Sm.
100. A. Clusiana Tausch. an forma orientalis A. atratae?
101. Anthemis montana L. Kch. incl. A. carpathica W. K. A. styriaca Vest. A. iberica Friv.
102. Chrysanthemum montanum L. an a Chr. Leucanthemo bene diversa? indagandum.
103. Chr. ceratophylloides All. a Chr. alpino diversum?
104. Aronicum Clusii (All.) incl. A. Clusii Koch. et A. glaciale Rb.
105. Ar. scorpioides Kch. cum priori conjungendum?
106. Arnica montana L. incl. A. Chamissonis Less. A. angustifolia Vahl.
107. Cineraria longifolia Jacq. syn. Senecio brachychaetus D C.
108. Senecio cordatus Kch. incl. S. subalpino Kch.
109. Sen. incanus L. incl. S. unifloro L. et S. carniolico Wlld.
110. Saussurea alpina L. incl. S. macrophylla Sauter.
111. S. depressa Gren. a priori differre videtur. — Syn. S. alpina subacaulis Ledeb.?
112. Rhaponticum scariosum Lam. incl. Rh. helenifolio Gr. Godr.
113. Centaurea nervosa Wlld. incl. C. ambigua Thom.
114. Carlina nebrodensis Guss. forma alpestris C$^{ae\cdot}$ vulgaris L. in collibus Pedemontii in typum sensim transit.
115. Picris pyrenaica L. form. alp. P. hieracioideae L. videtur.
116. Scorzonera tenuifolia D C. syn. S. alpina Poll.
117. Sc. rosea W. K. forma alp. S. purpureae L.
118. Hieracium glaciale Lach. incl. H. pumilo Lap. H. breviscapo Gaud. Griseb. H. angustifolio Hoppe.
119. H. sabinum Sebast. incl. H. Laggeri Schultz.
120. H. staticefolium Vill. vix alpestre.
121. H. porrifolium L. vix alpestre.
122. H. glaucum All. incl. H. specioso Hornem.
123. H. villosum L. Jacq. incl. H. glabrato Hpp. H. dentato Hpp. sec. Gr. Godr.
124. H. Schraderi Schl. incl. H. glandulifero Hpp. H. alpicola Schl.
125. H. cydoniaefolium Vill. cum H. prenanthoidi Vill. forsan conjungendum.
126. H. lanatum Vill. incl. H. andryaloidi Vill. H. Liottardi Vill. et Kch. H. pannoso Boiss.

127. Hieracium prenanthoides Vill. incl. H. elato Fries. H. lycopifolio Froel.
128. H. ochroleucum Schl. incl. H. picroidi Vill. et H. cotoneifolio Froel.
129. H. saxatile Vill. incl. H. longifolio Schl.
130. H. vogesiacum Moug. incl. H. jurano Rapin.
131. Phyteuma humile Schl. a Ph. hemisphaerico L. vix diversum.
132. Ph. Sieberi Spreng. forma alpestris et orientalis Ph$^{tis.}$ orbicularis.
133. Ph. Scheuchzeri All. incl. Ph$^{te.}$ Charmelii Vill.
134. Campanula spicata L. vix alpestris.
135. C. stenocodon Boiss. syn. C. stenosiphon Rb.
136. C. pusilla Hänke. incl. C. coespitosa Scp.
137. C. Scheuchzeri Vill. an forma alp. C. rotundifoliae L.?
138. C. carnica Schiede. sec. Hausmann form. alp. C. rotundifoliae L.
139. C. latifolia L. vix alpestris.
140. C. Morettiana Rb. vix alpestris.
141. Gentiana acaulis L. incl. G. alpina Vill. G. excisa Presl. G. angustifolia Vill.
142. G. brachyphylla Vill. an forma glacialis G. vernae L.?
143. G. verna L. incl. G. aestiva R. S. — A Hooker (recte?) in Europa arctica indicata.
144. Polemonium coeruleum L. incl. P. rhaetico Thom.; formam tam distinctam separandam censerem nisi typus nimis variabilis esset.
145. Cerinthe alpina Kit incl. C. maculata All.
146. Eritrichium nanum Schrad. incl. E. Chamissonis DC. — Secundum Herbich in Bucowina infra 6000 ped. in calcareo provenit.
147. Myosotis alpestris Schmidt forma alp. M. sylvaticae Hoffm.
148. Echinospermum deflexum Lehm. vix alpestris.
149. Erinus alpinus L. incl. E. nevadensi Boiss.
150. Veronica alpina L. Vogesi monente Kirschleger est V. serpyllifolia L. var. borealis Laestad., quae proxime ad V. alpinam genuinam accedit.
151. Ver. urticaefolia L. vix alpestris.
152. Paederota Bonarota L. syn. P. coerulea Jacq. apud Baumgart.
153. Pedicularis Jacquini Kch. secund. Rb. forma (orientalis) P. rostratae L.
154. P. fasciculata Bell. syn. P. gyroflexa Gaud.
155. P. gyroflexa Vill. syn. P. cenisia Gaud.
156. P. rosea Wulf. incl. P. Allionii Rb.
157. P. Hacquetii Graf. an forma orientalis P. foliosae L.?

158. Pedicularis versicolor Wahlenb. syn. P. Oederi Vahl.
159. Rhinanthus alpinus Baumg. form. alp. Rhi. cristae galli L.
160. Euphrasia minima Schl. et salisburgensis Hnke. certe, E. tricuspidata L. forsan (sec. Hausmann) formae Eae. officinalis L.
161. Sideritis hyssopifolia L. incl. S. vestita Boiss.
162. Teucrium pyrenaicum L. syn. T. granatense Boiss.
163. Androsace Charpentierii Heer. Juxta hanc alpium circa Larium sitarum speciem forsan sunt enumerandae: A. Hausmanni Leyb. et A. Wulfeniana Sieber (A. Pacheri Leyb.) secunda ad A. glacialem, prima ad A. Charpentierii propius accedens, sed utraque mihi non satis nota.
164. A. villosa L. incl. A. olympica Boiss.
165. Soldanella minima Hpp. cum S. alpina L. conjungenda?
166. Primula Allionii Lois. incl. P. tyrolensis Schott.
167. P. glutinosa Wulf. incl. P. Floerkeana Schr. id est P. glutinosa-minima.
168. P. spectabilis Tratt. syn. P. integrifolia Neilreich carpathorum?
169. P. calycina Duby forma subalpina prioris videtur.
170. P. farinosa L. incl. P. scotica Hook. P. stricta Hornem. P. magellanica Lehm.
171. P. latifolia Lap. incl. P. graveolens Heg.
172. P. villosa Jacq. num P. pubescens Jacq. diversa?
173. P. oenensis Thom. syn. P. Daonensis Leyb.
174. P. carniolica Jcq. incl. P. venusta Host.
175. Plantago alpina L. incl. P. dioritica Schott et Kotschy. — Mirum in modum in alpibus Raetiae ad. P. maritimam L. accedit.
176. P. sericea Bertol. a P. montana L. non multum differt.
177. Polygonum alpinum All. syn. P. polymorphum Ledeb.
178. Empetrum nigrum L. incl. E. rubro Hooker arctic. (Grinnell-Land) et antarctic. (Falklands-Ins.).
179. Salix hastata L. incl. S. Hegetschweileri Heer forma alpium centralium.
180. S. myrsinites L. incl. S. Jacquini Host et Wahlenb. carpathorum.
181. S. retusa L. incl. S. phlebophylla And. S. cuneata And.
182. Alnus brembana Rota. Species alpestris montium Larii.
183. Pinus montana Mill. syn. P. magellensis Schouw. incl. P. Heldreichii Chr.
184. Juniperus nana Willd. form. alp. Ji. communis L.

185 Potamogeton praelongus Wulf. in Helvetia saltem non nisi in lacubus alpestribus invenienda.

186 Sparganium natans L. incl. Sp. minimo Fries lacuum alpestrium Helvetiae et Sp. affine Schnitzl. sylvae nigrae et Vogesi.

187 Juncus trifidus L. incl. J. Hostii Tausch. rupium calcar.

188 Luzula glabrata Hoppe syn. L. spadicea Kunthii Ledeb.? — Cum L. spadica DC. conjungenda?

189 L. spadica DC. syn. L. parviflora Ehrh. Desv.

190. Carex Personii Sieb. form. alp. C. curtae Good

191. C. microstachya Ehrh. incl. C. helvola Blytt. C. Gaudiniana Guthn. huc pertinere videtur.

192 C. atrata L. incl. C. nigra All. et C. aterrima Hopp.

193. C. irrigua Smith. syn. C magellanica Lam.

194 C. vaginata Tausch. — Num forma rupestris et borealis C. paniceae L.?

195 C. membranacea Hopp. form. alp. licet sat distincta C^is. ericetorum L.?

196 C. rigida Good. dubia alpium civis, in Pyrenaeo (Mont Louis) ab Alioth detecta.

197 C. clavaeformis Hopp. form. alp. C. glaucae L.?

198 C. frigidam All. cum C. fuliginosa Schk. Hppe. vix diversa conjungere placuit.

199 Hierochloe borealis R. S. haud alpestris, sed prope Turicum a Heer detecta et prope Barceloneltes alp. occid. a Gren. et Godr. indicata.

200 Koeleria alpicola Gren. Godr. an cum K. castellana Boiss. Reut. conjungenda?

201. Agrostis rupestris All. non in Scandinavia ex Hooker. incl. A. filiformi Schl. Jurassi.

202. Avena alpina Sm. form. alp. A^ae. pratensis L. sec. Fries et Hooker.

203 Av. Hostii Boiss. syn. A. sempervirens Host. non Vill.

204 Trisetum alpestre Beauv. forma alp. Tr^i. flavescentis Beauv.

205 Tr. distichophyllum Beauv. syn. Avena argentea Willd.

206 Poa caesia Sm. form. rupestr. P^ae. nemoralis L.

207 Festuca varia Hänke incl. F. Eskia Ram. et F. flavescenti Bell.

208 Lycopodium alpinum L. form. alp. L. complanati L.

209 Woodsia hyperborea Kch. incl. W. ilvensi, W. glabella, W. hyperborea Br.

210 Asplenium septentrionale L. incl. A. Seelosii Leyb. forma dolomitica.

ERRATA.

Pag. 18: Lin. 2 von oben: statt: „nach Osten verbreitet“ lies: „nach der östlichen Halbkugel verbreitet“.

Pag. 62: bei der Erklärung der Zeichen der Tabelle ist das Zeichen 1 und das Zeichen a verwechselt; es sollte heissen:

1 nach den Species Namen bezeichnet die verbreitetsten etc.

a „ „ „ „ „ „ vorzugsweise etc.


DIE ELEMEN
der
EUROP. ALPEN
in ihrer Verbreitung üb
Topogr. Anstalt v. Wuester, Randegger & Co. in Winterthur.


DIE ELEMENTE
der
EUROP. ALPENFLORA
in ihrer Verbreitung über die Erde.
ERKLÆRUNG DER ZEICHEN
Alpenflora
Wendekreis des Krebses
Wendekreis des Steinbocks

Zur

Theorie der Functionen

in einer

zweiblättrigen Fläche

von

Dr. FRIEDRICH PRYM,
Professor der Mathematik am eidgenössischen Polytechnikum zu Zürich.

Vorwort.

Ich gebe im Folgenden einige meiner Untersuchungen über Functionen, die in einer zweiblättrigen Fläche T' von einfachem Zusammenhange (entstanden durch Zerlegung einer der mehrfach zusammenhangenden Flächen T, die die Verzweigung einer zweiwerthigen algebraischen Function darstellen können) als einwerthige und stetige (d. h. nicht längs einer Linie unstetige) Functionen des Ortes auftreten. Einen speciellen Fall solcher Functionen habe ich schon früher in meiner Arbeit: »*Neue Theorie der ultraëlliptischen Functionen*« (Denkschriften der Wiener Academie, Band XXIV) behandelt, den Fall $p = 2$, wo die ursprüngliche Fläche T nur sechs Verzweigungspuncte besitzt. Die vorliegenden Untersuchungen entsprechen dem allgemeinen Falle $p = p$, indem zum Ausgangspuncte eine beliebige zweiblättrige, $2p + 1$-fach zusammenhangende Fläche T gewählt ist. Meine Arbeit hat zur Grundlage die Methoden und Anschauungen, die mein hochverehrter Lehrer Riemann geschaffen und in seiner Arbeit: »*Theorie der Abel'schen Functionen*« (Crelle's Journal, Band 54) niedergelegt hat. Die Citate ($R.$ ...) beziehen sich auf die Paragraphen dieser Riemann'schen Schrift. Ueber Anlage und Anordnung des Folgenden noch etwas hinzuzufügen, halte ich für überflüssig: der aufmerksame Leser wird mit Leichtigkeit dem Gange der Entwicklung folgen können. Einige der auftretenden Resultate habe ich schon in meiner frühern Arbeit mitgetheilt.

Zürich, im Juni 1866.

F. E. Prym.

Zur Theorie der Functionen

in einer

zweiblättrigen Fläche.

1.

Eine Function s der complexen Variable $x = y + zi$, die mit Ausnahme einer endlichen Anzahl von Punkten, in denen sie von endlicher Ordnung unendlich wird, mit x sich stetig der Differentialgleichung $\frac{\partial s}{\partial z} = i\,\frac{\partial s}{\partial y}$ gemäss ändert und für jeden Werth von x zwei Werthe annehmen kann, ist die Wurzel einer algebraischen Gleichung von der Form

$$\overset{2\;\;m}{F}(s,\, x) = a_0 s^2 - 2a_1 s + a_2 = 0,$$

wobei a_0, a_1, a_2 rationale ganze Functionen von x bezeichnen, die einen bestimmten endlichen Grad m nicht überschreiten dürfen. Daraus folgt

$$s = \frac{a_1 + \sqrt{a_1^2 - a_0 a_2}}{a_0}.$$

Nehmen wir an, der Grad der Function unter dem Wurzelzeichen werde durch eine gerade Zahl $2p + 2$ angegeben, und sei

$$a_1^2 - a_0 a_2 = c\,(x - g_1)\,(x - g_2)\;\ldots\;(x - g_{2p+2})\;,$$

wo c eine Constante bezeichnet. Führen wir dann statt x eine neue Variable ξ ein durch die Substitution

$$\xi - \alpha_1 = \frac{x - g_1}{x - g_{2p+2}}\;,$$

so folgt

$$\sqrt{a_1^2 - a_0 a_2} = c_1\,(x - g_{2p+2})^{p+1}\;\sqrt{(\xi - \alpha_1)\,(\xi - \alpha_2)\;\ldots\;(\xi - \alpha_{2p+1})}\;,$$

wo c_1 und die Grössen α Constante bezeichnen, und setzen wir noch

$$\sigma = \sqrt{(\xi - \alpha_1)\,(\xi - \alpha_2)\;\ldots\;(\xi - \alpha_{2p+1})}\;,$$

so wird s und jede aus s und x rational zusammengesetzte Function auch eine rationale Function von σ und ξ sein, und umgekehrt jede rationale Function von σ und ξ auch eine rationale Function von s und x. Wir können uns also bei der Untersuchung solcher Functionen, unbeschadet der Allgemeinheit, auf Functionen von σ und ξ beschränken: mit anderen

Worten, wir können annehmen, dass die Function unter dem Wurzelzeichen ihrem Grade nach durch eine ungerade Zahl bestimmt werde.

2.

Wir bezeichnen mit s die Wurzelgrösse

$$s = \sqrt{(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ \ldots\ (x-\alpha_{2p+1})}\ ,$$

wobei die $2p+1$ Grössen α alle verschiedene, sonst aber beliebig wählbare complexe Werthe haben mögen. $x = y + zi$ nehmen wir unbeschränkt variabel und repräsentiren seine Werthe nach der Gauss'schen Methode durch die Puncte einer unbegränzten Ebene, die wir im Unendlichen geschlossen annehmen, so dass dem Werthe $x = \infty$ auch nur *ein* Punkt entspricht.

Wir bilden eine der geschlossenen Flächen T, die die Verzweigungsart der Function s von x darstellen können. Diese Flächen sind zweiblättrige und haben die $2p+2$ Puncte

$$x = \alpha_1,\ x = \alpha_2,\ \ldots\ ,\ x = \alpha_{2p+1},\ x = \infty$$

zu Verzweigungspuncten. Wir wählen von all den möglichen Flächen diejenige, bei der die Blätter an den $p+1$ Stellen

$$\alpha_1 \text{———} \alpha_2,\quad \alpha_3 \text{———} \alpha_4,\ \ldots\ \alpha_{2p+1} \text{———} \infty,$$

sich durcheinander durchsetzen, und lassen diese $p+1$ Uebergangslinien geradlinig verlaufen. Dann ist s in dieser Fläche T, sobald man seinen Werth für einen Punct a derselben als s_a oder $-s_a$ willkürlich angenommen, eine einwerthige und stetige (d. h. nicht längs einer Linie unstetige) Function des Ortes. Zu jedem Werthe x gehören zwei Punkte der Fläche, die übereinander liegen, der eine im obern, der andere im untern Blatte. Wir bezeichnen zwei solche, demselben Werthe x entsprechende Puncte mit x, s und $x, -s$. Zu beiden Seiten einer Linie $\alpha_{2\nu-1}$ ——— $\alpha_{2\nu}$, die für jedes Blatt den Character einer Schnittlinie hat, stossen im obern wie im untern Blatte entgegengesetzte Werthe von s an.

Wie s ist jede aus s und x rational zusammengesetzte Function in T einwerthig und stetig oder wie T verzweigt. Umgekehrt lässt sich jede in T einwerthige und stetige Function, die in einer endlichen Anzahl von Punkten unendlich von endlicher Ordnung wird, rational durch s und x ausdrücken. Eine solche, wie T verzweigte Function wird ebensooft in T unendlich klein von der ersten Ordnung (0^1) wie unendlich gross von der ersten Ordnung (∞^1). (vgl. R. 2. pag. 17). So wird z. B. $x - a$ in zwei Punkten der Fläche 0^1, $x - \alpha_\nu$ dagegen im Puncte α_ν 0^2; beide Functionen werden ∞^2 für $x = \infty$, da diesem Werthe ein Verzweigungspunct entspricht. s wird ∞^{2p+1} für $x = \infty$ und 0^1 für die $2p+1$ im Endlichen liegenden Verzweigungspuncte.

Die in T einwerthigen und stetigen Functionen, die in einer endlichen Anzahl von Puncten unendlich von endlicher Ordnung werden, sind also lediglich die rationalen Functionen von s und x. Eine solche ist in der allgemeinen Form

$$F = \frac{c_1 s + c_2}{\gamma_1 s + \gamma_2}$$

enthalten, wo $c_1, c_2, \gamma_1, \gamma_2$ rationale ganze Functionen von x bezeichnen. Multipliciren wir Zähler und Nenner von F mit $\gamma_1 s - \gamma_2$, so resultirt

$$F = \frac{C_1 s + C_2}{\varphi(x)} ,$$

wo $C_1, C_2, \varphi(x)$ rationale ganze Functionen von x bezeichnen, die keinen gemeinschaftlichen Divisor $x - a$ haben. In dieser letztern Form werden wir die erwähnten, wie T verzweigten Functionen voraussetzen. Man kann die in dem Ausdrucke F enthaltenen Constanten stets so bestimmen, dass er eine Function darstellt, die in n beliebig wählbaren Puncten der Fläche T, von denen keine zwei eine solche Lage haben wie x', s', : $x', -s'$, ∞^1 wird, vorausgesetzt $n > p$. Bezeichnen wir diese Puncte durch $x_1, s_1; \ldots ; x_n, s_n$; und setzen

$$\varphi(x) = (x - x_1)(x - x_2) \ldots (x - x_n) ,$$

so ist der Zähler von F so zu bestimmen, dass er für $x = \infty$ von derselben Ordnung unendlich wird wie der Nenner, und ferner so, dass er für die n Puncte $x_1, -s_1; \ldots ; x_n, -s_n$; für die der Nenner noch 0^1 wird, für die F aber endlich bleiben soll, auch 0^1 wird. Dann enthält der Zähler noch $n - p$ willkürliche Constante, abgesehen von einem constanten Factor. Für $n > p$ ist also die verlangte Bestimmung immer durchführbar: und es existiren dann $n - p + 1$ linearunabhängige Functionen, die für die n Puncte ∞^1 werden. Für $n \leq p$ muss für's erste $C_1 = 0$ sein, indem sonst F für $x = \infty$ nicht endlich bleiben würde, und es geht dann F über in eine rationale Function von x allein, in

$$F = \frac{C_2}{\varphi(x)} .$$

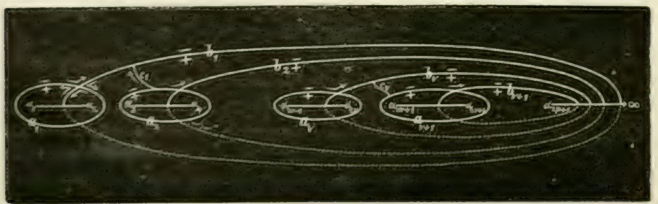
Eine solche wird, wenn sie für einen Punct x, s unendlich oder 0 wird, auch für den Punct $x, -s$ unendlich oder 0 von derselben Ordnung. Es existiren demnach keine wie T verzweigte Functionen, die für p oder weniger als p beliebig wählbare Puncte, zwischen deren Lagen keine besonderen Beziehungen stattfinden, ∞^1 oder 0^1 werden.

3.

Bei einer beliebigen geschlossenen Fläche T, die die Verzweigung einer algebraischen Function darstellen kann, existirt zwischen der Anzahl n der Blätter, der Anzahl w der ein-

Verzweigungspunkte und der Zahl q, die den Zusammenhang der Fläche angiebt, die Relation $q = w - 2n + 3$ (S. …, R. 7). Bei unserer Fläche T ist $n = 2$, $w = 2p + 2$, daher $q = 2p + 1$; dieselbe ist folglich $2p + 1$ fach zusammenhangend und muss durch ein System von $2p$ Querschnitten sich in eine einfach zusammenhangende Fläche T' zerlegen lassen.

Wir wählen von den möglichen Querschnittsystemen ein solches, dessen einzelne Linien nach einem leicht übersehbaren Gesetze auf einander folgen; die Untersuchung wird dadurch vereinfacht. Wir ziehen im obern Blatte der Fläche p geschlossene Curven, die erste um die Punkte α_1 ———— α_2, die zweite um die Punkte α_3 ———— α_4, u. s. w., die p^{te} um die Punkte α_{2p-1} ———— α_{2p}. Diese p Querschnitte bezeichnen wir der Reihe nach durch $a_1, a_2, \ldots, a_p$, so dass allgemein der Querschnitt a_ν, ganz im obern Blatte verlaufend, um die Verzweigungspunkte $\alpha_{2\nu-1}$ ———— $\alpha_{2\nu}$ geht. Den zum Querschnitte a_ν gehörigen Querschnitt b_ν ziehen wir dann von der einen Seite von a_ν auf die andere um die Verzweigungspunkte $\alpha_{2\nu}, \alpha_{2\nu+1}, \ldots, \alpha_{2p+1}$, so dass also b_1 um $\alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_{2p+1}$, b_p um α_{2p} und α_{2p+1} geht. Diese p Querschnitte b verlaufen alle mit einem Theile im obern, mit dem andern im untern Blatte der Fläche; in der beigefügten Figur sind die im untern Blatte verlaufenden Theile derselben punctirt. Diese p getrennten Querschnittpaare a_ν, b_ν verbinden wir durch $p - 1$ Linien c, indem wir von jedem Querschnitte b_ν aus zu dem folgenden $a_{\nu+1}$ eine Linie c_ν ziehen, und betrachten die beiden Seiten einer jeden Linie a, b, c als zur Begrenzung der durch diese Zerschneidung aus T entstandenen Fläche T' gehörig. Dann ist nach Obigem diese Fläche T' einfach zusammenhangend, und ihre Begrenzung besteht aus einem Stücke. Die Begrenzung wird positiv durchlaufen, wenn man dabei die an der betreffenden Seite einer Begrenzungslinie anstossenden Flächentheile zur linken Hand hat; diese Richtung ist in der Figur durch die Pfeile bezeichnet. Beim Durchlaufen der ganzen Begrenzung wird jede der Linien a, b, c zweimal, einmal auf jeder Seite durchlaufen. Die beiden Seiten einer jeden Linie a und b wollen wir unterscheiden, und mit Rücksicht auf die Figur die innere Seite eines jeden der $2p$ Querschnitte die positive, die äussere die negative nennen.



4.

Die entstandene, durch das System der Linien a, b, c begrenzte Fläche T' hat mit T gemeinsam alle Puncte und Theile, nur ist die Verbindung derselben eine beschränktere. Von einem Puncte kann man zu jedem andern gelangen auf einem Wege, der vollständig in T' liegt, der also die Begrenzung nicht schneidet. Auf dieses einfach zusammenhangende Flächengebiet T' beschränken wir jetzt die Bewegungen des Punctes x, s und betrachten die in diesem Gebiete einwerthigen und stetigen Functionen.

Ex existiren (R. 4) Functionen w, die in T' einwerthig, stetig und endlich sind, und deren Werthe zu beiden Seiten eines Querschnitts sich um eine längs des ganzen Querschnitts constante Grösse (Periodicitätsmodul der Function an dem betreffenden Querschnitte genannt) unterscheiden. Aus diesen Eigenschaften folgt, dass die Differentialquotienten solcher Functionen wie T verzweigte, also rationale Functionen von x und s sind. Die definirten Functionen sind demnach darstellbar als Integrale wie T verzweigter Functionen: als allgemeinen Ausdruck derselben findet man

$$w = a_0 + \int_{\infty}^{x,s} \frac{(a_1 + a_2 x + a_3 x^2 \;.\;.\;. + a_p x^{p-1})\, dx}{\sqrt{(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\;.\;.\;.\;(x-\alpha_{2p+1})}} \quad ,$$

unter der Voraussetzung, dass die Integrationscurve vom Puncte ∞ bis zum Puncte x,s in T' verläuft, die Begrenzung nicht schneidet. Diese Bedingung sei durch die besondere Form des Integralzeichens ausgedrückt. Die Grössen a bezeichnen willkürliche Constante, die auch theilweise 0 sein können. Es lassen sich folglich immer p Functionen w finden, die linear-unabhängig sind, und wir können als solche die folgenden annehmen:

$$w_1 = \int_{\infty}^{x,s} \frac{dx}{s} \quad , \quad w_2 = \int_{\infty}^{x,s} \frac{x\, dx}{s} \quad , \quad .\;.\;.\;. \quad , \quad w_p = \int_{\infty}^{x,s} \frac{x^{p-1}\, dx}{s} \, .$$

Jede andere Function w lässt sich dann linear aus diesen p zusammensetzen in der Form

$$w = a_0 + a_1 w_1 + a_2 w_2 + \;.\;.\;. + a_p w_p \; ,$$

bei passender Wahl der Constanten a.

Bezeichnen wir mit w^+ den Werth der Function w in einem Puncte x,s auf der positiven Seite eines Querschnitts a oder b, mit w^- den Werth von w in dem entsprechenden Puncte x,s auf der negativen Seite, so ist $w^+ - w^-$ eine längs des ganzen Querschnitts constante Grösse, der Periodicitätsmodul von w an dem betreffenden Querschnitte. Zu beiden Seiten einer Linie c hat w denselben Werth (R. 19). Den Periodicitätsmodul von w am Querschnitte a_ν bezeichnen wir mit $A^{(\nu)}$, den Periodicitätsmodul am Querschnitte b_ν mit $B^{(\nu)}$.

Dann ist $A^{(\nu)}$ der Definition gemäss gleich dem Integrale $\int dw$, erstreckt längs des Querschnitts b_ν von der negativen auf die positive Seite von a_ν; $B^{(\nu)}$ gleich dem Integrale $\int dw$, erstreckt längs des Querschnitts a_ν von der negativen auf die positive Seite von b_ν. Da bei einem gewählten Querschnittssysteme die Periodicitätsmodulen vollständig von der Gestalt der einzelnen Querschnitte unabhängig sind, so kann man die Integrationscurven der Integrale, die die Periodicitätsmodulen bestimmen, so zusammenziehen, dass sie geradlinig zwischen den einzelnen, von ihnen eingeschlossenen Verzweigungspuncten verlaufen. Dann drücken sich die Periodicitätsmodulen durch directe Integrale, die zwischen je zwei auf einander folgenden Verzweigungspuncten erstreckt sind, aus. Berücksichtigt man, dass zu beiden Seiten einer Linie $\alpha_{2\nu-1}$——————$\alpha_{2\nu}$, im obern Blatte sowohl wie im untern, entgegengesetzte Werthe von s und folglich auch von $\frac{dw}{dx}$ anliegen, und unterscheidet, in der Richtung von $\alpha_{2\nu-1}$ nach $\alpha_{2\nu}$ sehend, eine linke und rechte Seite dieser Linie; berücksichtigt ferner, dass auf der Strecke von $\alpha_{2\nu}$ bis $\alpha_{2\nu+1}$ im obern Blatte die Werthe von s und $\frac{dw}{dx}$ entgegengesetzt sind denen, die die Functionen in den entsprechenden Puncten im untern Blatte haben, so ergeben sich für die Periodicitätsmodulen $A^{(\nu)}$, $B^{(\nu)}$ unmittelbar die Ausdrücke:

$$A^{(\nu)} = 2\int_{\alpha_{2\nu}}^{\alpha_{2\nu+1}} dw' + 2\int_{\alpha_{2\nu+2}}^{\alpha_{2\nu+3}} dw' + \ldots + 2\int_{\alpha_{2p}}^{\alpha_{2p+1}} dw' \;; \qquad B^{(\nu)} = -2\int_{\alpha_{2\nu-1}}^{\alpha_{2\nu}} dw' \;;$$

wenn wir für Strecken α_{2m-1}——————α_{2m}, wo die beiden Blätter zusammenhangen, mit dw' den Werth von dw auf der linken Seite im obern Blatte bezeichnen, für Strecken α_{2m} bis α_{2m+1}, wo die beiden Blätter getrennt sind, mit dw' den Werth von dw im obern Blatte.

Umgekehrt lassen sich, wenn die $2p$ Periodicitätsmodulen A, B gegeben sind, durch diese die directen Integrale zwischen je zwei auf einander folgenden Verzweigungspuncten linear ausdrücken. Man findet

$$\int_{\alpha_{2\nu-1}}^{\alpha_{2\nu}} dw' = -\frac{B^{(\nu)}}{2} \quad ; \qquad \int_{\alpha_{2\nu}}^{\alpha_{2\nu+1}} dw' = \frac{A^{(\nu)}}{2} - \frac{A^{(\nu+1)}}{2} \quad ;$$

welche Gleichungen für $\nu = 1, 2, \ldots, p$ gelten, wenn man unter $A^{(p+1)}$ die Grösse 0 versteht. Das einzige noch fehlende Integral zwischen den Verzweigungspuncten α_{2p+1} und ∞ ist von diesen $2p$ abhängig, und zwar mit ihnen durch die lineare Relation

$$(M.) \qquad \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} dw' + \int_{\alpha_3}^{\alpha_4} dw' + \ldots + \int_{\alpha_{2p-1}}^{\alpha_{2p}} dw' + \int_{\alpha_{2p+1}}^{\infty} dw' = 0$$

verknüpft, die sich sofort ergiebt, wenn man in T im obern Blatte eine geschlossene Curve zieht, die alle $2p+2$ Verzweigungspuncte umgiebt, und durch diese das Integral $\int dw$ erstreckt. Der Werth des Integrals ist 0, da eine solche Curve die vollständige Begrenzung eines Theiles der Fläche bildet. Zieht man dieselbe möglichst zusammen, so resultirt, indem man von einem Verzweigungspuncte zu dem folgenden in gerader Linie integrirt, die Relation ($M.$), die den Werth des noch fehlenden Integrals ausgedrückt durch die Periodicitätsmodulen liefert als

$$\int_{\alpha_{2p+1}}^{r} dw' = \frac{B^{(1)}}{2} + \frac{B^{(2)}}{2} + \ldots + \frac{B^{(p)}}{2} \quad .$$

Die betrachteten $2p+1$ Integrale sind directe Integrale, deren Integrationscurven die Querschnitte schneiden. Dieselben lassen sich durch $2p+1$ andere ausdrücken, deren Integrationscurven in T' verlaufen, und die demnach sich als Differenzen der Werthe unserer Function w in den Verzweigungspuncten darstellen lassen. Man hat dabei nur zu berücksichtigen, dass wenn bei der Integration ein Querschnitt überschritten wird, man, um in dem durch w festgelegten Werthengebiete zu bleiben, den Periodicitätsmodul von w an dem betreffenden Querschnitte addiren oder subtrahiren muss, je nachdem das Ueberschreiten von der negativen auf die positive Seite des Querschnitts oder umgekehrt stattfindet. Da, mit Rücksicht auf die Integrationscurven der obigen Integrale, auf der Strecke von $\alpha_{2\nu-1}$ bis $\alpha_{2\nu}$ oben links der Querschnitt b_ν von der negativen zur positiven Seite überschritten wird; auf der Strecke von $\alpha_{2\nu}$ bis $\alpha_{2\nu+1}$ oben der Querschnitt a_ν und der Querschnitt $a_{\nu+1}$, der erstere von der positiven Seite zur negativen, der zweite umgekehrt; und endlich auf der Strecke von α_{2p+1} bis ∞ oben links alle Querschnitte b von der positiven Seite zur negativen überschritten werden, so folgt:

$$\int_{\alpha_{2\nu-1}}^{\alpha_{2\nu}} dw' + B^{(\nu)} = \int_{\alpha_{2\nu-1}}^{\alpha_{2\nu}} dw \; ; \qquad \int_{\alpha_{2\nu}}^{\alpha_{2\nu+1}} dw' - A^{(\nu)} + A^{(\nu+1)} = \int_{\alpha_{2\nu}}^{\alpha_{2\nu+1}} dw \; ;$$

$$\int_{\alpha_{2p+1}}^{r} dw' - B^{(1)} - B^{(2)} \ldots - B^{(p)} = \int_{\alpha_{2p+1}}^{\infty} dw \; ;$$

daher

$$\int_{\alpha_{2\nu-1}}^{\alpha_{2\nu}} dw = \frac{B^{(\nu)}}{2} \; , \qquad \int_{\alpha_{2\nu}}^{\alpha_{2\nu+1}} dw = \frac{A^{(\nu+1)}}{2} - \frac{A^{(\nu)}}{2} \; , \qquad \int_{\alpha_{2p+1}}^{\infty} dw = -\sum_{\mu=1}^{\mu=p} \frac{B^{(\mu)}}{2} \; .$$

Durch Addition der passenden Formeln erhält man die Werthe der in T' einwerthigen und vom Integrationswege innerhalb T' vollständig unabhängigen Function

$$w = \int_{\infty}^{x,s} \frac{(a_1 + a_2 x + \ldots + a_p x^{p-1})\, dx}{\sqrt{(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)\ldots(x-\alpha_{2p+1})}} = \int_{\infty}^{x,s} dw$$

für die Verzweigungspuncte ausgedruckt durch Halbe der Periodicitätsmodulen wie folgt:

$$\int_{\infty}^{\alpha_1} dw = \frac{A^{(1)}}{2} \quad , \qquad \int_{\infty}^{\alpha_2} dw = \frac{A^{(1)}}{2} + \frac{B^{(1)}}{2} \quad .$$

$$\int_{\infty}^{\alpha_3} dw = \frac{A^{(2)}}{2} + \frac{B^{(1)}}{2} \quad , \qquad \int_{\infty}^{\alpha_4} dw = \frac{A^{(2)}}{2} + \frac{B^{(1)}}{2} + \frac{B^{(2)}}{2} \quad .$$

$$\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots$$

$$\int_{\infty}^{\alpha_{2\nu-1}} dw = \frac{A^{(\nu)}}{2} + \sum_{1}^{\nu-1} \frac{B^{(\mu)}}{2} \quad , \qquad \int_{\infty}^{\alpha_{2\nu}} dw = \frac{A^{(\nu)}}{2} + \sum_{1}^{\nu} \frac{B^{(\mu)}}{2} \quad .$$

$$\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots$$

$$\int_{\infty}^{\alpha_{2p-1}} dw = \frac{A^{(p)}}{2} + \sum_{1}^{p-1} \frac{B^{(\mu)}}{2} \quad , \qquad \int_{\infty}^{\alpha_{2p}} dw = \frac{A^{(p)}}{2} + \sum_{1}^{p} \frac{B^{(\mu)}}{2} \quad .$$

$$\int_{\infty}^{\alpha_{2p+1}} dw = \sum_{1}^{p} \frac{B^{(\mu)}}{2} \quad , \qquad \int_{\infty}^{\infty} dw = 0 \quad .$$

Addirt man die sämmtlichen Ausdrücke, so erhält man die Relation

$$(M'.) \qquad \int_{\infty}^{\alpha_1} dw + \int_{\infty}^{\alpha_2} dw + \ldots + \int_{\infty}^{\alpha_{2p+1}} dw = \sum_{\mu=1}^{\mu=p} A^{(\mu)} + \sum_{\mu=1}^{\mu=p} (p-\mu+1) B^{(\mu)} .$$

5.

Der allgemeine Ausdruck einer Function w ist in der Form

$$w = a_0 + a_1 w_1 + a_2 w_2 + \ldots + a_p w_p$$

enthalten, bei der $w_1, w_2, \ldots, w_p$ die in Art. 4 angenommenen linearunabhängigen Functionen bedeuten. Bezeichnen wir die Periodicitätsmodulen der Functionen $w_1, w_2, \ldots, w_p$ am Querschnitte a_ν mit $A_1^{(\nu)}, A_2^{(\nu)}, \ldots, A_p^{(\nu)}$, am Querschnitte b_ν mit $B_1^{(\nu)}, B_2^{(\nu)}, \ldots, B_p^{(\nu)}$, so existiren zwischen diesen Grössen und den Periodicitätsmodulen $A^{(\nu)}, B^{(\nu)}$ von w die Relationen

$$A^{(\nu)} = a_1 A_1^{(\nu)} + a_2 A_2^{(\nu)} + \ldots + a_p A_p^{(\nu)},$$
$$B^{(\nu)} = a_1 B_1^{(\nu)} + a_2 B_2^{(\nu)} + \ldots + a_p B_p^{(\nu)},$$

die für $\nu = 1, 2, \ldots, p$ gelten und folglich ein System von $2p$ Gleichungen repräsentiren. Die rechten Seiten dieser Gleichungen enthalten p willkürlich wählbare Constante: $a_1, a_2, \ldots, a_p$: dieselben lassen sich so bestimmen, dass p der links stehenden Grössen $A^{(\nu)}, B^{(\nu)}$ festgesetzte Werthe annehmen. Man kann also immer über die Constanten im Zähler von dw so verfügen, dass die Periodicitätsmodulen der Function w an p Querschnitten willkürlich gegebene Werthe annehmen: dadurch sind die Periodicitätsmodulen an den p übrigen Querschnitten eindeutig bestimmt.

Wir bilden p Functionen w mit dem gemeinschaftlichen Anfangswerthe 0 für $x = \infty$:

$$u_1 = \int_\infty^{x,s} du_1, \qquad u_2 = \int_\infty^{x,s} du_2, \ldots, \qquad u_p = \int_\infty^{x,s} du_p,$$

und bestimmen die darin enthaltenen Constanten a so, dass allgemein der Periodicitätsmodul von u_ν am Querschnitte a_ν den Werth πi, die Periodicitätsmodulen von u_ν an allen übrigen Querschnitten a den Werth 0 annehmen. Die durch diese Bedingungen ebenfalls ihrem Werthe nach vollständig bestimmten Periodicitätsmodulen der Functionen u an den p Querschnitten b erfüllen dann, wenn wir allgemein den Periodicitätsmodul von u_ν am Querschnitt b_μ mit $a_{\nu,\mu}$ bezeichnen, die Gleichung $a_{\nu,\mu} = a_{\mu,\nu}$ (R. 20), d. h. der Periodicitätsmodul der Function u_ν am Querschnitte b_μ ist gleich dem Periodicitätsmodul der Function u_μ am Querschnitte b_ν. Zu beiden Seiten einer Linie c haben die u, wie alle Functionen w, gleiche Werthe.

Die p Periodicitätsmodulen, die dem Systeme der Functionen u für ein und denselben Querschnitt zukommen, nennen wir *ein System zusammengehöriger Periodicitätsmodulen dieser Functionen.* Der Anzahl der Querschnitte entsprechend giebt es $2p$ solcher Systeme zusammengehöriger Periodicitätsmodulen. Wir nennen ferner zwei Grössensysteme $e_1 | e_2 | \ldots | e_p$ und $f_1 | f_2 | \ldots | f_p$, die so beschaffen sind, dass das eine aus dem andern erhalten werden kann durch gleichzeitige Aenderungen sämmtlicher Grössen um zusammen-

gehörige Periodicitätsmodulen, *congruent nach den $2p$ Modulsystemen der Functionen u*, und bezeichnen diese Congruenz durch das Symbol

$$e_1 \mid e_2 \mid \ldots \mid e_p \equiv f_1 \mid f_2 \mid \ldots \mid f_p \,.$$

Eine solche Congruenz ist demnach immer ersetzbar durch p Gleichungen von der Form

$$\begin{array}{ll}
e_1 = f_1 + M_1 \;, & M_1 = m_1\pi i + n_1 a_{1,1} + n_2 a_{1,2} \;.\;.\;. + n_p a_{1,p} \;, \\
e_2 = f_2 + M_2 \;, & M_2 = m_2\pi i + n_1 a_{2,1} + n_2 a_{2,2} \;.\;.\;. + n_p a_{2,p} \;, \\
\ldots\;\ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
e_p = f_p + M_p \;, & M_p = m_p\pi i + n_1 a_{p,1} + n_2 a_{p,2} \;.\;.\;. + n_p a_{p,p} \;,
\end{array}$$

wo die m und n irgendwelche positive oder negative ganze Zahlen, die Null mit eingerechnet, bezeichnen können. Das System $M_1 \mid M_2 \mid \ldots \mid M_p$ genügt der Congruenz

$$M_1 \mid M_2 \mid \ldots \mid M_p \equiv 0 \mid 0 \mid \ldots \mid 0$$

und heisse *ein System correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen.* Entsprechend heisse das System

$$\frac{M_1}{2} \;\Big|\; \frac{M_2}{2} \;\Big|\; \ldots \;\Big|\; \frac{M_p}{2}$$

ein System correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen: dann geht das System $u_1 \mid u_2 \mid \ldots \mid u_p$ der Functionen u jedesmal in ein solches System correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen über, wenn für die den Functionen u gemeinsame Variable x,s einer der $2p+2$ Verzweigungspuncte gesetzt wird.

6.

Der Definition gemäss lässt sich ein System correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen in der Form

$$(1.)\qquad \frac{m_1}{2}\,\pi i + \sum_{\mu=1}^{p} \frac{n_\mu}{2}\, a_{1,\mu} \;\Big|\; \ldots \;\Big|\; \frac{m_p}{2}\,\pi i + \sum_{\mu=1}^{p} \frac{n_\mu}{2}\, a_{p,\mu}$$

darstellen. Setzen wir

$$m_\mu = 2m'_\mu + \varepsilon'_\mu \;,\quad n_\mu = 2n'_\mu + \varepsilon_\mu \;,$$

wo m'_μ und n'_μ ganze Zahlen bezeichnen und die Grössen ε'_μ und ε_μ die Werthe 0 oder 1 haben, jenachdem m_μ und n_μ resp. gerade oder ungerade Zahlen sind, so wird das System

$$(2.)\qquad \frac{\varepsilon'_1}{2}\,\pi i + \sum_{1}^{p} \frac{\varepsilon_\mu}{2}\, a_{1,\mu} \;\Big|\; \ldots \;\Big|\; \frac{\varepsilon'_p}{2}\,\pi i + \sum_{1}^{p} \frac{\varepsilon_\mu}{2}\, a_{p,\mu}$$

dem Systeme (1.) congruent sein, und die ganze Gruppe der übrigen congruenten Systeme wird sich aus (2.) ergeben, wenn man die Grössen ε und ε' um alle geraden Zahlen ändert. Eine solche Gruppe congruenter Systeme ist folglich bestimmt, wenn man in (2.) einer jeden der $2p$ Grössen $\varepsilon, \varepsilon'$ einen bestimmten Werth, 0 oder 1, zuertheilt, und da man aus zwei Grössen 0,1 auf 2^{2p} Weisen Variationen zu $2p$ Elementen mit Wiederholung bilden kann, so giebt es im Ganzen 2^{2p} verschiedene Gruppen congruenter Systeme von correspondirenden Halben der Periodicitätsmodulen.

Bezeichnen wir das System (2.) durch das Symbol

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_p \\ \varepsilon_1' & \varepsilon_2' & \dots & \varepsilon_p' \end{pmatrix},$$

kürzer (ε), *Characteristik* genannt, so wird jedes mit (ε) congruente System in der Form

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 + 2g_1\,, & \varepsilon_2 + 2g_2\,, & \dots, & \varepsilon_p + 2g_p \\ \varepsilon_1' + 2g_1'\,, & \varepsilon_2' + 2g_2'\,, & \dots, & \varepsilon_p' + 2g_p' \end{pmatrix},$$

kürzer $(\varepsilon + 2g)$, darstellbar sein, wo g, g' ganze Zahlen bedeuten. Zwei Characteristiken, die in der Beziehung zu einander stehen wie (ε) und $(\varepsilon + 2g)$, nennen wir congruent oder zu derselben Gruppe gehörig: es existiren folglich 2^{2p} verschiedene Gruppen von Characteristiken. Denken wir uns aus jeder dieser 2^{2p} Gruppen *eine* Characteristik willkürlich herausgegriffen und zeichnen dieselbe durch den Namen *Gruppencharacteristik* aus, so erhalten wir 2^{2p} Gruppencharacteristiken, von denen keine zwei einander congruent sind. Umgekehrt können wir jede 2^{2p} Characteristiken, von denen nicht zwei einander congruent sind, zu Gruppencharacteristiken wählen. Noch wollen wir mit Rücksicht auf das Folgende bemerken, dass unter der Summe zweier Characteristiken (ε) und (η) die Characteristik $(\varepsilon + \eta)$ zu verstehen ist, in der die allgemeinen Glieder $\varepsilon_\nu + \eta_\nu$ und $\varepsilon_\nu' + \eta_\nu'$ sind.

Die Systeme correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen, in die das System $u_1 | u_2 | \dots | u_p$ übergeht, wenn man für x,s Verweigungspuncte einführt, lassen sich auf einfache Weise durch Characteristiken darstellen. Schreibt man zur Abkürzung $\int_\infty^{x,s} (du)$ statt $u_1 | u_2 | \dots | u_p$ und bezeichnet bei den Characteristiken das wiederholte nach einander Vorkommen eines der Glieder $\frac{0}{0}, \frac{0}{1}, \frac{1}{0}, \frac{1}{1}$ durch Exponenten, so findet man:

$$\int_\infty^{\alpha_1} (du) = \frac{0}{1}\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-1} = (a)_1 \quad , \qquad \int_\infty^{\alpha_2} (du) = \frac{1}{1}\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-1} = (a)_2 \;,$$

$$\int_{\varepsilon}^{\alpha_3} (du) = \begin{matrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{matrix} \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-2} = (a)_3 \quad , \qquad \int_{\varepsilon}^{\alpha_4} (du) = \begin{matrix}1 & 1\\ 0 & 1\end{matrix} \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-2} = (a)_4 \quad ,$$

. . . .

$$\int_{\varepsilon}^{\alpha_{2\nu-1}} (du) = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}^{\nu-1} \begin{matrix}0\\1\end{matrix} \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-\nu} = (a)_{2\nu-1} \, , \qquad \int_{\varepsilon}^{\alpha_{2\nu}} (du) = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}^{\nu-1} \begin{matrix}1\\1\end{matrix} \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p-\nu} = (a)_{2\nu} \, ,$$

. . . .

$$\int_{\varepsilon}^{\alpha_{2p-1}} (du) = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}^{p-1} \begin{matrix}0\\1\end{matrix} = (a)_{2p-1} \quad , \qquad \int_{\varepsilon}^{\alpha_{2p}} (du) = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}^{p-1} \begin{matrix}1\\1\end{matrix} = (a)_{2p} \quad ,$$

$$\int_{\varepsilon}^{\alpha_{2p+1}} (du) = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}^{p} = (a)_{2p+1} \quad , \qquad \int_{\varepsilon}^{\infty} (du) = \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix}^{p} = (0) \quad ,$$

und zwischen diesen $2p+1$ Characteristiken (a) existirt dann der Gleichung $(M'.)$ in Art. 4 zufolge die Relation

$$(L.) \qquad (a)_1 + (a)_2 + \ldots + (a)_{2p+1} = \begin{pmatrix}2p\,, & 2p-2\,, & \ldots\,, & 4\,, & 2\\ 2\,, & 2 & \ldots\,, & 2\,, & 2\end{pmatrix} \equiv (0) \; .$$

Bezeichnen $(\varepsilon)_1, (\varepsilon)_2, \ldots, (\varepsilon)_m$ m Characteristiken, die zu m verschiedenen Gruppen gehören, von denen also keine zwei einander congruent sind, und besteht dann die Relation

$$(L'.) \qquad (\varepsilon)_1 + (\varepsilon)_2 + \ldots + (\varepsilon)_m \equiv (0)$$

oder die dasselbe bedeutende

$$(\varepsilon)_\mu \equiv (\varepsilon)_1 + \ldots + (\varepsilon)_{\mu-1} + (\varepsilon)_{\mu+1} + \ldots + (\varepsilon)_m \, ,$$

wo μ eine der Zahlen von 1 bis m, so sagen wir, es existire zwischen den m Characteristiken (ε) eine lineare Relation, oder es lasse sich jede von ihnen linear aus den übrigen zusammensetzen. Existirt dagegen weder zwischen den m noch zwischen weniger als m der Characteristiken (ε) eine Relation von der Form $(L'.)$, so nennen wir die m Characteristiken linearunabhängig.

Da $(L.)$ die einzige Relation von der Form $(L'.)$ ist, die zwischen den Characteristiken (a) besteht, so sind je $2p$ derselben linearunabhängig. Bilden wir demnach aus den $2p+1$ Characteristiken (a) alle Summen von 2, 3, . . . bis p derselben, so erhalten wir, wenn wir die Characteristiken (a) selbst und die Characteristik (0) noch hinzunehmen, im Ganzen

$$1 + (2p+1)_1 + (2p+1)_2 + \ldots + (2p+1)_p = 2^{2p}$$

Characteristiken, von denen keine zwei einander congruent sind. Diese 2^{2p} Characteristiken

können demnach als Gruppencharacteristiken gewählt werden. Da ferner durch Addition einer beliebigen Characteristik $(\varkappa)$ zu 2^{2p} Gruppencharacteristiken wieder 2^{2p} verschiedene Characteristiken entstehen, von denen nicht zwei einander congruent sind oder derselben Gruppe angehören, so folgt, dass eine beliebige Characteristik (ε) immer einer und nur einer der 2^{2p} Characteristiken, die in den Formen

$$(\varkappa)\ ,\ (\varkappa)+\overset{1}{\Sigma}(a)\ ,\ (\varkappa)+\overset{2}{\Sigma}(a)\ ,\ \ldots\ldots\ ,\ (\varkappa)+\overset{p}{\Sigma}(a)$$

enthalten sind, congruent ist: dass demnach jede beliebige Characteristik (ε) sich linear aus einer willkürlich wählbaren Characteristik $(\varkappa)$ und m der Characteristiken (a), $m \leqq p$, zusammensetzen lässt. Dem Falle $(\varepsilon) \equiv (\varkappa)$ entspricht $m = 0$.

Man bemerke, dass diese Resultate vollständig von der Wahl des Querschnittsystems, durch das man T in die einfach zusammenhangende Fläche T' zerlegt, unabhängig sind, und ebenso unabhängig von dem Verzweigungspuncte, den man zur gemeinschaftlichen untern Grenze der Integrale nimmt. Denn bei jeder Zerlegung der Fläche T in T' werden je $2p$ der auftretenden $2p+1$ Characteristiken (a) linearunabhängig sein, da im andern Falle mehr als eine Relation von der Form $(M.)$ Art. 4 existiren müsste: und die Gleichung $(M.)$ wird sich beständig, welcher Verzweigungspunct auch als gemeinschaftliche untere Grenze gewählt ist, in eine Relation von der Form

$$(a)_1 + (a)_2 + \ldots + (a)_{2p+1} \equiv (0)$$

umsetzen lassen, wo die Characteristiken (a) sich auf die $2p+1$ übrigen Verzweigungspuncte beziehen, unter denen der, zur untern Grenze der Integrale gewählte Verzweigungspunct nicht vorkommt.

7.

Wir substituiren jetzt in der p-fach unendlichen ϑ-Reihe:

$$\vartheta(v_1 | v_2 | \ldots | v_p) = \sum_{m_1=-\infty}^{m_1=+\infty} \ldots \sum_{m_p=-\infty}^{m_p=+\infty} e^{\sum\limits_{\mu=1}^{\mu=p}\sum\limits_{\nu=1}^{\nu=p} a_{\mu,\nu}\, m_\mu m_\nu + 2\sum\limits_{\nu=1}^{\nu=p} v_\nu m_\nu} \qquad (a_{\mu,\nu} = a_{\nu,\mu})$$

(vergl. R. 17, 18 u. ff.), definirt durch die Bedingungen

(1.) $$\vartheta(v_1 | \ldots | v_\nu + \pi i | \ldots | v_p) = \vartheta(v_1 | \ldots | v_\nu | \ldots | v_p),$$

(2.) $$\vartheta(v_1 + a_{1,\nu} | v_2 + a_{2,\nu} | \ldots | v_p + a_{p,\nu}) = \vartheta(v_1 | v_2 | \ldots | v_p)\, e^{-2v_\nu - a_{\nu,\nu}},$$

und durch die Eigenschaft, für endliche Werthe von v immer endlich zu bleiben: für v_ν die Function $u_\nu - f_\nu$, wo f_ν eine willkürliche Constante bedeutet, und für $a_{\mu,\nu}$ den Periodicitätsmodul von u_ν am Querschnitte b_μ, so geht diese Reihe in die ϑ-Function

$$\vartheta(u_1 - f_1 \mid u_2 - f_2 \mid \ldots \mid u_p - f_p)$$

über, die in T' einwerthig, stetig und immer endlich ist, für p Puncte 0^1 wird, zu beiden Seiten der Linien a und b denselben Werth hat, beim Ueberschreiten des Querschnitts b_ν von der negativen zur positiven Seite den Factor $e^{-2(u_\nu^- - f_\nu) - a_{\nu,\nu}}$ erlangt, wobei u_ν^- den Werth von u_ν in dem Puncte auf der negativen Seite, von dem aus überschritten wird, bedeutet. Bezeichnen wir die p Puncte, für die allein die ϑ-Function in T' 0^1 wird, wenn sie nicht als Function von x, s identisch, d. h. für jeden Werth von x, s verschwindet, mit $x_1, s_1; \ldots; x_p, s_p$; ferner mit $u_\mu^{(\nu)}$ den Werth der Function u_μ im Puncte x_ν, s_ν: so wird das Abhängigkeitsgesetz, welches zwischen diesen Puncten und dem Constantensysteme $f_1 \mid f_2 \mid \ldots \mid f_p$ der ϑ-Function existirt, durch die Congruenz

$$f_1 \mid f_2 \mid \ldots \mid f_p \equiv \sum_1^p u_1^{(\nu)} + k_1 \mid \sum_1^p u_2^{(\nu)} + k_2 \mid \ldots \mid \sum_1^p u_p^{(\nu)} + k_p$$

ausgedrückt (R. 22), in der die Grössen k von den Grössen f und den p Puncten x_ν, s_ν unabhängig sind, und lediglich abhängen von dem gewählten Querschnittsysteme und den unteren Grenzen der Integrale u.

Zur Abkürzung der Formeln im Folgenden möge es erlaubt sein, wenn die Ausdrücke für die Argumente einer ϑ-Function sich nur durch untere Indices unterscheiden, unter dem Functionszeichen nur den allgemeinen Ausdruck für die Argumente, mit Weglassung des Index, in doppelte Klammern eingeschlossen zu schreiben, also $\vartheta((v))$ für $\vartheta(v_1 \mid v_2 \mid \ldots \mid v_p)$, und ferner ein Grössensystem $v_1 \mid v_2 \mid \ldots \mid v_p$ einfacher durch (v) zu bezeichnen. Es existiren dann die folgenden von Riemann bewiesenen Sätze (s. auch dessen neueste Arbeit: » *Ueber das Verschwinden der Theta-Functionen* «, Crelle, Bd. 65.2, 1866):

a) Ein Grössensystem (f), für welches $\vartheta((u-f))$ nicht identisch als Function von x verschwindet, lässt sich immer und nur auf eine Weise in die Form bringen:

$$(f) \equiv \left(\sum_1^p u^{(\nu)} + k\right),$$

und es sind dann $x_1, s_1; \ldots; x_p, s_p$; die p Puncte, wo $\vartheta((u-f))$ 0^1 wird. Daraus folgt:

b) Wenn die Function

$$\vartheta\left(\left(u - \sum_1^p u^{(\nu)} - k\right)\right)$$

als Function von x, s nicht identisch verschwindet, so wird sie nur 0^1 in den p Puncten x_ν, s_ν, denen die Werthe $u^{(\nu)}$ der Functionen u entsprechen.

c) Wenn zwei Functionen $\vartheta((u - e))$ und $\vartheta((u - f))$, die nicht identisch verschwinden,

für dieselben p Puncte 0^1 werden, so ist das Constantensystem (e) der einen dem Constantensysteme (f) der andern congruent.

d) Lassen wir sub b) den Punct x, s mit dem Puncte x_p, s_p zusammenfallen, so ergeben sich, wenn man berücksichtigt, dass die ϑ-Function ungeändert bleibt, wenn man sämmtliche Argumente in's Entgegengesetzte verwandelt, die Gleichungen

$$\vartheta_\eta\Big(\!\Big(-\sum_1^{p-1} u^{(\nu)} - k\Big)\!\Big) = 0\,, \quad \vartheta_\eta\Big(\!\Big(\sum_1^{p-1} u^{(\nu)} + k\Big)\!\Big) = 0\,,$$

die für jede beliebige Lage der $p-1$ Puncte gelten, denn sie folgen auch noch, wenn die ϑ-Function sub b) nicht nur für die p Puncte, sondern für jeden Werth von x verschwindet.

Wir untersuchen zunächst die Beziehungen, die zwischen dem Constantensysteme (k) und den Anfangswerthen der Functionen u herrschen. Verstehen wir unter α einen der $2p+2$ Verzweigungspuncte der Fläche T und unter u eine der Functionen $u_1, \ldots, u_p$, so ist

$$\int_\alpha^{x,s} \frac{du}{dx}\,dx + \int_\alpha^{x,-s} \frac{du}{dx}\,dx = 0\,,$$

wenn die beiden Integrationswege, der eine von α bis x, s, der zweite von α bis $x, -s$, von denen keiner sich selbst schneiden soll, in solcher Beziehung zu einander stehen, dass einem jeden Puncte x', s' des einen ein Punct $x', -s'$ des andern entspricht und umgekehrt. Läge z. B. der Punct x, s im obern Blatte von T und der Integrationsweg von α bis x, s ebenfalls mit all seinen Theilen im obern Blatte, so müsste den aufgestellten Bedingungen gemäss der Integrationsweg von α bis $x, -s$ mit all seinen Theilen im untern Blatte genau unter dem Wege von α bis x, s verlaufen. Solche Wege von einem Punkte α aus sind nur möglich, wenn derselbe ein Verzweigungspunct ist. Es wird dann auf der ganzen Strecke von α bis x, s die Function $\frac{du}{dx}$ Werthe durchlaufen, die genau entgegengesetzt sind den Werthen, die sie auf der Strecke von α bis $x, -s$ durchläuft. In Folge dessen zerstören sich die Elemente der beiden Integrale gegenseitig, ihre Summe ist 0. Unter den festgesetzten Bedingungen hat man also

$$\int_\alpha^{x,s} du_1 + \int_\alpha^{x,-s} du_1 \,\Big|\, \ldots \,\Big|\, \int_\alpha^{x,s} du_p + \int_\alpha^{x,-s} du_p \equiv 0 \,\Big|\, \ldots \,\Big|\, 0.$$

Diese Congruenzrelation bleibt bestehen, wenn man die Integrale durch solche ersetzt, deren Integrationswege vollständig in T' verlaufen. Man hat also auch

$$\int_{\alpha}^{x,s} du_1 + \int_{\alpha}^{x,-s} du_1 \,|\, \ldots \,|\, \int_{\alpha}^{x,s} du_p + \int_{\alpha}^{x,-s} du_p \equiv 0 \,|\, \ldots \,|\, 0,$$

denn die linken Seiten dieser Congruenzen können sich nur um ein System correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen unterscheiden, das von den Querschnitten abhängig ist, die die beiden Wege, von α bis x, s und von α bis $x, -s$, überschreiten. Da bei unseren Integralen u die untere Grenze der Verzweigungspunct ∞ ist, so folgt nach der kürzern Schreibweise

$$(u^{x,s} + u^{x,-s}) \equiv (0)\,, \qquad (u^{x,-s}) \equiv (-\, u^{x,s})\,.$$

Unter Berücksichtigung dieser Congruenz und der ϑ-Relation (2.), die zeigt, dass die ϑ-Function nur einen allenthalben endlichen, nirgendwo verschwindenden Faktor erlangt, wenn man das System der Argumente durch ein anderes, dem ursprünglichen congruentes System ersetzt, gehen die Gleichungen sub d):

$$(d.) \qquad \vartheta\{-\sum_{1}^{p-1} u^{x\nu, s\nu} - k\} = 0 \quad , \quad \vartheta\{\sum_{1}^{p-1} u^{x\nu, s\nu} + k\} = 0\,,$$

wenn man statt x_ν, s_ν allgemein den Punct $x_\nu, -s_\nu$ einführt, über in die folgenden:

$$(d'.) \qquad \vartheta\{\sum_{1}^{p-1} u^{x\nu, s\nu} - k\} = 0 \quad , \quad \vartheta\{-\sum_{1}^{p-1} u^{x\nu, s\nu} + k\} = 0\,,$$

die ebenso wie $(d.)$ für jede beliebige Lage der $p-1$ Puncte gelten. Betrachten wir dann

$$\vartheta\{u^{x,s} - \sum_{1}^{p} u^{x\nu, s\nu} - k\}$$

und wählen, was immer möglich ist, die p Puncte x_ν, s_ν so, dass diese Function nicht identisch verschwindet, so wird auch die Function

$$\vartheta\{u^{x,-s} - \sum_{1}^{p} u^{x\nu, s\nu} - k\} = \vartheta\{-\, u^{x,-s} + \sum_{1}^{p} u^{x\nu, s\nu} + k\}$$

nicht für jeden Werth von x verschwinden, demnach auch nicht die Function

$$\vartheta\{u^{x,s} - \sum_{1}^{p} u^{x\nu, -s\nu} + k\}\,,$$

da sie sich von der zuletzt stehenden, der Congruenz

$$(-\, u^{x,-s} + \sum_{1}^{p} u^{x\nu, s\nu} + k) \equiv (u^{x,s} - \sum_{1}^{p} u^{x\nu, -s\nu} + k)$$

zufolge, nur um einen allenthalben endlichen, nirgendwo verschwindenden Faktor unterscheidet. Diese Function wird also, da sie nicht identisch verschwindet, nur für p Puncte 0' werden. Diese Puncte sind die p Puncte $x_\nu, -s_\nu$: denn rückt x, s in einen dieser Puncte, so ver-

schwindet die ϑ-Function gemäss den Gleichungen (d'.). Dem Lehrsatze a) zufolge muss dann das Constantensystem $(\sum_1^p u^{x_\nu, -s_\nu} - k)$ dieser ϑ-Function der Congruenz

$$(\sum_1^p u^{x_\nu, -s_\nu} - k) \equiv (\sum_1^p u^{x_\nu, -s_\nu} + k)$$

genügen, was nur möglich, wenn

$$(-k) \equiv (+k) \quad , \quad (2k) \equiv (0) .$$

Damit ist bewiesen, dass wenn man zur gemeinschaftlichen untern Grenze der Integrale, die die Functionen u darstellen, einen der $2p+2$ Verzweigungspuncte nimmt, das System der Grössen (k) immer einem Systeme correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen congruent sein wird. Da man bei (k) von einem Systeme correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen absehen kann, indem eine ϑ-Function durch Aenderung ihrer Argumente um ein solches System nur einen allenthalben endlichen Factor erlangt, folglich keine Aenderung ihrer Nullpuncte erleidet, so kann man das System (k) durch eine Characteristik $(\varkappa)$ ersetzen, auch in den ϑ-Functionen, ohne die Nullpuncte zu ändern, beliebig $(-k)$ statt (k) schreiben. Zu welcher Gruppe congruenter Characteristiken nun $(\varkappa)$ gehört, wird, wenn die untere Grenze der Integrale u festgesetzt ist (bei uns der Verzweigungspunct ∞), lediglich noch von der Wahl des Querschnittsystems abhängen, durch das man T in T' zerlegt. $(\varkappa)$ wird also zu den Characteristiken (a), die ebenfalls von der Zerlegung der Fläche abhängig sind, in einer bestimmten Beziehung stehen. Diese Beziehung werden wir im Laufe der Untersuchung auffinden.

8.

Gehen wir zurück auf die Function

$$(1.) \qquad \vartheta(\!(u^{x,s} - \sum_1^p u^{x_\nu, s_\nu} \pm k)\!) = \vartheta(\!(-u^{x,s} + \sum_1^p u^{x_\nu, s_\nu} \mp k)\!) ,$$

und es mögen für's erste die p Puncte x_ν, s_ν eine solche Lage haben, dass diese Function nicht identisch für jeden Werth von x verschwindet. Untersuchen wir, welche Lagenänderungen die p Puncte erleiden können, ohne dass die Function für jeden Werth von x verschwindet. Zu dem Ende bringen wir (1.) der Congruenz

$$(-u^{x,s} + \sum_1^p u^{x_\nu, s_\nu} \mp k) \equiv (u^{x_p, s_p} - u^{x,s} - \sum_1^{p-1} u^{x_\nu, -s_\nu} \mp k)$$

gemäss in die Form

$$(1'.) \qquad \vartheta(\!(u^{x_p, s_p} - u^{x,s} - \sum_1^{p-1} u^{x_\nu, -s_\nu} \mp k)\!) ,$$

indem wir bei den Argumenten von einem Systeme correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen absehen. Dann wird sich (1'.) von (1.) nur um einen allenthalben endlichen, nirgendwo verschwindenden Factor unterscheiden, und folglich wird (1'.), als Function des Punctes x_p, s_p betrachtet, nicht identisch für jeden Werth von x_p, sondern nur für p Lagen dieses Punctes verschwinden: vorausgesetzt natürlich, dass x, s mit keinem der ursprünglich fest angenommenen p Puncte x_r, s_r zusammenfällt. Unsere Function (1.), die dieselben Nullpuncte wie (1'.) besitzt, verhält sich demnach, als Function des Punctes x_p, s_p betrachtet, ganz ähnlich wie als Function von x, s. Sie wird 0^1 für die p Puncte $x_p, s_p = x, s$; $x_1, -s_1$; $x_2, -s_2$; ...; $x_{p-1}, -s_{p-1}$; und entsprechend allgemein als Function des Punctes x_r, s_r betrachtet, 0^1 für die p Puncte

$$x_r, s_r = x, s;\ x_1, -s_1;\ \ldots;\ x_{r-1}, -s_{r-1};\ x_{r+1}, -s_{r+1};\ \ldots;\ x_p, -s_p.$$

Daraus folgt, dass die Function

$$(1.)\qquad \vartheta\left(u^{x,s} - \sum_1^p u^{x_r,s_r} \pm k\right)$$

als Function von x nur dann identisch, d. h. für jeden Werth von x verschwindet, wenn von den p Puncten x_r, s_r zwei in eine solche Lage zu einander treten, wie sie x', s' und $x', -s'$ besitzen. Seien der Einfachheit wegen x_{p-1}, s_{p-1} und x_p, s_p diese Puncte, die die Bedingung $x_p, s_p = x_{p-1}, -s_{p-1}$ erfüllen; setzen wir $x_{p-1}, s_{p-1} = x', s'$, so wird $x_p, s_p = x', -s'$ und

$$(u^{x_{p-1}, s_{p-1}} + u^{x_p, s_p}) = (u^{x', s'} + u^{x', -s'}) \equiv (0).$$

In Folge dessen verschwinden die beiden Integrale vollständig aus den Summen, in denen noch $p-2$ übrig bleiben. Die Function

$$\vartheta\left(u^{x,s} - \sum_1^{p-2} u^{x_r,s_r} \pm k\right)$$

verschwindet demnach identisch für jede Lage des Punctes x, s und der $p-2$ Puncte x_r, s_r. Lassen wir nicht zwei, sondern $2m$ der p Puncte x_r, s_r paarweise in eine solche Lage treten, wie x', s' und $x', -s'$ sie besitzen, so fallen aus den Summen $2m$ Integrale aus, und wir kommen zur Function

$$(2.)\qquad \vartheta\left(u^{x,s} - \sum_1^{p-2m} u^{x_r,s_r} \pm k\right),$$

die identisch für jede Lage des Punctes x, s und der $p-2m$ Puncte x_r, s_r verschwindet. Führen wir statt des letzten der $p-2m$ Puncte den Punct ∞ ein, so erhalten wir, da $(u^{\infty}) = (0)$, die identisch verschwindende Function

(3.) $$\vartheta\{u^{x,s} - \sum_1^{p-2m-1} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} \; .$$

Führen wir in (2.) und (3.) allgemein statt $x_\nu, s_\nu : x_\nu, -s_\nu$ ein, so kommt die Eigenschaft, für jede Lage der Puncte identisch zu verschwinden, auch den Functionen

$$\vartheta\{u^{x,s} + \sum_1^{p-2m} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} \text{ und } \vartheta\{u^{x,s} + \sum_1^{p-2m-1} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\}$$

zu. Mit Berücksichtigung der Resultate in Art. 7 und 8 können wir jetzt zur Orientirung folgendes Schema aufstellen:

$$\text{I.} \quad \vartheta\{u^{x,s} - \sum_1^{p} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} : 0^1 \text{ für } x, s = x_\nu, s_\nu$$

$$\text{II.} \quad \vartheta\{u^{x,s} + \sum_1^{p} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} : 0^1 \text{ für } x, s = x_\nu, -s_\nu$$

$$\text{III.} \quad \vartheta\{u^{x,s} - \sum_1^{p-1} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} : 0^1 \text{ für } x, s = x_\nu, s_\nu \text{ und für } x, s = \infty$$

$$\text{IV.} \quad \vartheta\{u^{x,s} + \sum_1^{p-1} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} : 0^1 \text{ für } x, s = x_\nu, -s_\nu \text{ und für } x, s = \infty$$

$$\text{V.} \quad \vartheta\{u^{x,s} - \sum_1^{p-n} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} = 0, \text{ wenn } n > 1$$

$$\text{VI.} \quad \vartheta\{u^{x,s} + \sum_1^{p-n} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} = 0, \text{ wenn } n > 1 \; .$$

Selbstverständlich sollen dabei von den mit x_ν, s_ν bezeichneten Puncten in derselben Summe keine zwei eine solche Lage wie $x', s' : x', -s'$ besitzen, indem sonst die darauf bezüglichen Integrale ausfallen würden. Ferner darf in III. und IV. unter den $p-1$ Puncten x_ν, s_ν der Punct ∞ sich nicht befinden, indem sonst diese Functionen identisch verschwinden würden. Setzen wir in den sämmtlichen sechs obigen Formeln $x, s = \infty$, so folgt

$$\text{VII.} \quad \vartheta\{\pm \sum_1^{p} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} \gtrless 0 \; ,$$

wenn unter den p Puncten x_ν, s_ν der Punct ∞ nicht vorkommt, und

$$\text{VIII.} \quad \vartheta\{\pm \sum_1^{p-n} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k\} = 0, \text{ wenn } n \geqq 1 \; .$$

Nach dem Vorigen ist die Congruenz

$$(\sum_1^{p-n} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k) \equiv (\sum_1^{p-1} u^{\xi_\nu, \sigma_\nu} \pm k)$$

immer lösbar, d. h. es lassen sich, wenn $n > 0$, stets $p-1$ Puncte ξ_ν, σ_ν finden, die der obigen Congruenz genügen. Unterscheiden wir $n = 2m+1$ und $n = 2m+2$, so folgt

$$(\sum_1^{p-2m-1} u^{x_\nu, s_\nu}) \equiv (\sum_1^{p-2m-1} u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_1^{m} u^{x'_\nu, s'_\nu} + \sum_1^{m} u^{x'_\nu, -s'_\nu}) \quad ,$$

$$(\sum_1^{p-2m-2} u^{x_\nu, s_\nu}) \equiv (\sum_1^{p-2m-2} u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_1^{m} u^{x'_\nu, s'_\nu} + \sum_1^{m} u^{x'_\nu, -s'_\nu} + u^{\infty}) \; ,$$

womit die obige Aufgabe gelöst erscheint. Da die m Puncte x'_ν, s'_ν willkürlich gewählt werden können, so lassen sich in jedem der beiden Fälle m der Puncte ξ_ν, σ_ν beliebig annehmen: $\xi_1, \sigma_1 = x'_1, s'_1 \; ; \; . \; . \; . \; ; \; \xi_m, \sigma_m = x'_m, s'_m$ z. B.: dann sind durch diese Annahme die noch übrigen $p - m - 1$ Puncte ξ, σ, wie leicht zu zeigen, *eindeutig* bestimmt. Auf dieses Resultat wollen wir den von Riemann, in der Arbeit: »*Ueber das Verschwinden der Theta-Functionen*« 6., aufgestellten Satz anwenden, der sich für unsern Fall so aussprechen lässt:

»Ist $\vartheta(r) = 0$, so lassen sich $p - 1$ Puncte ξ_ν, σ_ν so bestimmen, dass

$$(r) \equiv (\sum_1^{p-1} u^{\xi_\nu, \sigma_\nu} - k) \; .$$

Wenn m und nicht mehr von diesen Puncten beliebig gewählt werden können, so sind ausser der Function $\vartheta(v)$ auch ihre ersten bis m^{ten} Derivirten sämmtlich gleich Null für $(v) = (r)$, die $(m + 1)^{ten}$ aber nicht sämmtlich gleich Null.«

Durch Anwendung dieses Satzes erhalten wir im vorliegenden Falle das für die späteren Untersuchungen wichtige Resultat:

»Substituirt man in der Function $\vartheta(v)$ an Stelle von (v) ein Grössensystem

$$(r) \equiv (\pm \sum_1^{p-2m-1} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k) \text{ oder } (r) \equiv (\pm \sum_1^{p-2m-2} u^{x_\nu, s_\nu} \pm k) \; ,$$

(wobei vorausgesetzt ist, dass von den mit x_ν, s_ν bezeichneten Puncten in derselben Summe keine zwei eine solche Lage wie $x', s' : x', -s'$ besitzen, und keiner von ihnen der Punct ∞ ist) so verschwinden durch diese Substitution : $(v) = (r)$: die Function $\vartheta(v)$ und ihre sämmtlichen ersten bis m^{ten} Derivirten, nicht aber die sämmtlichen $(m + 1)^{ten}$ Derivirten.«

9.

Die Kenntniss der ϑ-Function ermöglicht es, Functionen zu untersuchen, die in T' einwerthig und stetig sind, für eine gleiche Anzahl von Puncten ∞^1 und 0^1 werden, und beim Ueberschreiten der Querschnitte constante Factoren erlangen. Zu dem Ende betrachten wir den Ausdruck

$$P = \frac{\vartheta(u - e^{(1)}) \; \vartheta(u - e^{(2)}) \; . \; . \; . \; \vartheta(u - e^{(r)})}{\vartheta(u - f^{(1)}) \; \vartheta(u - f^{(2)}) \; . \; . \; . \; \vartheta(u - f^{(r)})} \; ,$$

in dem die e und f Constante bezeichnen, über deren Werthe später verfügt werden soll. Wir setzen voraus, dass keine der ϑ-Functionen identisch verschwindet. Dann wird der Zähler von P 0^1 für rp Puncte, der Nenner ebenfalls 0^1 für rp Puncte; zu beiden Seiten der Linien a und c hat P gleiche Werthe, beim Ueberschreiten einer Linie b_ν von der negativen zur positiven Seite erlangt P den constanten Factor e^{ϱ_ν}, wo

$$\varrho_\nu = 2(e_\nu^{(1)} + e_\nu^{(2)} + \ldots + e_\nu^{(r)}) - 2(f_\nu^{(1)} + f_\nu^{(2)} + \ldots + f_\nu^{(r)}) .$$

Die Puncte, wo der Zähler von P 0^1 wird, hangen von der Wahl der Constanten e, die Puncte, wo der Nenner 0^1 wird, von der Wahl der Constanten f ab. Man kann bei hinreichend grossem r diese Constanten stets so bestimmen, dass durch Zusammenfallen einer Anzahl einfacher Nullpuncte des Zählers mit einfachen Nullpuncten des Nenners, P eine Function darstellt, die für n willkürlich wählbare Puncte ∞^1 wird und ebenso für n willkürlich wählbare Puncte 0^1. Der denkbare Fall, dass eine der ϑ-Functionen identisch verschwindet, kann immer vermieden werden, wenn nur r hinreichend gross genommen wird.

Eine in T' einwerthige und stetige Function P', die in denselben Puncten ∞^1 und 0^1 wird, wo P ∞^1 und 0^1 ist, und beim Ueberschreiten der Querschnitte constante Factoren erlangt, kann sich von P nur um eine allenthalben endliche, nirgendwo verschwindende Function $f = \frac{P'}{P}$ unterscheiden, die in T' einwerthig und stetig ist und beim Ueberschreiten der Querschnitte constante Factoren erlangt. Die Function $\log f$ ist demnach in T' einwerthig, stetig, nirgendwo unendlich, und nimmt beim Ueberschreiten der Querschnitte um Constante zu. Diese Eigenschaften definiren $\log f$ als ein immer endliches Integral (vergl. Art. 4), und ein solches ist, da die p Functionen u linearunabhängig sind, immer in der Form

$$\log f = 2h_1 u_1 + 2h_2 u_2 + \ldots + 2h_p u_p + const.$$

darstellbar, wobei die Grössen h Constante bezeichnen. Daraus folgt, dass in der Form

$$R = C . \frac{\vartheta(u - e^{(1)})\,\vartheta(u - e^{(2)}) \ldots \vartheta(u - e^{(r)})}{\vartheta(u - f^{(1)})\,\vartheta(u - f^{(2)}) \ldots \vartheta(u - f^{(r)})}\, e^{2\sum\limits_1^p h_\mu u_\mu} .$$

bei passender Wahl der Constanten, alle Functionen von den oben festgesetzten Eigenschaften darstellbar sind. Von den verschiedenen, durch diesen Ausdruck R darstellbaren Functionen wollen wir im Folgenden diejenigen untersuchen, die algebraische Functionen von x sind.

Wir setzen allgemein

$$(e^{(\mu)}) = (\sum_{(\mu-1)p+1}^{\nu=\mu p} u^{\xi_\nu, \sigma_\nu} - k) , \quad (f^{(\mu)}) = (-\sum_{(\mu-1)p+1}^{\nu=\mu p} u^{x_\nu, s_\nu} - k) ,$$

und nehmen für's erste an, dass von den Puncten, wo der Zähler von R 0^1 wird, keine mit Puncten, wo der Nenner 0^1 wird, zusammenfallen. Als Function von x, s betrachtet ist dann R eine in T' einwerthige und stetige Function des Ortes, die ∞^1 wird für die rp Puncte $x_1, -s_1$; $x_2, -s_2$; ...; $x_{rp}, -s_{rp}$; und 0^1 für die rp Puncte ξ_1, σ_1; ξ_2, σ_2; ...; ξ_{rp}, σ_{rp}. Zu beiden Seiten eines Querschnitts unterscheiden sich die Werthe von R um einen, längs des ganzen Querschnitts constanten Factor, und zwar erlangt R, wenn man von der negativen zur positiven Seite übergeht,

beim Ueberschreiten von a_ν den Factor $e^{h_\nu 2\pi i}$,

beim Ueberschreiten von b_ν den Factor $e^{g_\nu 2\pi i}$, wo

$$(G.)\quad g_\nu 2\pi i = 2(e_\nu^{(1)} + e_\nu^{(2)} + \ldots + e_\nu^{(r)}) - 2(f_\nu^{(1)} + f_\nu^{(2)} + \ldots + f_\nu^{(r)}) + 2\sum_{\mu=1}^{\mu=p} h_\mu\, a_{\mu,\nu}$$

gesetzt ist.

Die Constanten, die das Verhalten des Ausdrucks R bestimmen, sind die Grössen e, f, g, h. Von den Grössen e und f hangen die Puncte, wo R 0^1 und ∞^1 wird, ab, von den Grössen g und h die Factoren, die R an den Querschnitten erlangt. Zwischen diesen Constanten existiren der Gleichung $(G.)$ zufolge, die für $\nu = 1, 2, \ldots, p$ gilt, p lineare Gleichungen. Demnach können wir die Grössen $e_1^{(1)}, e_2^{(1)}, \ldots, e_p^{(1)}$ durch die übrigen ausdrücken, und wenn wir die gefundenen Werthe in $\vartheta(u - e^{(1)})$ substituiren, so geht diese Function mit Hinzunahme der Exponentialgrösse über in

$$\vartheta\left(u_1 + \sum_2^r e_1^{(\mu)} - \sum_1^r f_1^{(\mu)} - g_1\pi i + \sum_1^p h_\mu\, a_{1,\mu} \mid u_2 - \ldots\right) e^{2\sum_1^p h_\mu u_\mu},$$

und R erlangt, wenn wir allgemein mit $\vartheta_{g,h}(v)$ den Ausdruck

$$\vartheta\left(v_1 - g_1\pi i + \sum_1^p h_\mu\, a_{1,\mu} \mid \ldots \mid v_p - g_p\pi i + \sum_1^p h_\mu\, a_{p,\mu}\right) e^{2\sum_1^p h_\mu v_\mu}$$

bezeichnen, durch diese Substitution die Form

$$R = R = C \cdot \frac{\vartheta_{g,h}\left(u + \sum_2^r e^{(\mu)} - \sum_1^r f^{(\mu)}\right) \vartheta(u - e^{(2)}) \ldots \vartheta(u - e^{(r)})}{\vartheta(u - f^{(1)}) \qquad \vartheta(u - f^{(2)}) \ldots \vartheta(u - f^{(r)})},$$

die deutlich das Abhängigkeitsgesetz erkennen lässt, das zwischen den Puncten, wo R ∞^1 und 0^1 wird, und den Factoren, die R an den Querschnitten erlangt, besteht. Nimmt man nämlich die Factoren an den Querschnitten willkürlich an und ebenso die rp Puncte, wo R ∞^1 werden soll, so sind von den rp einfachen Nullpuncten der Function R nur noch

$(r-1)p$ willkürlich wählbar. Durch die Annahme derselben sind dann die noch übrigen p Nullpuncte, allgemein zu reden, eindeutig bestimmt: es sind die p Puncte, wo die Function $\vartheta_{g,h}$ im Zähler von R' 0^1 wird. Nur für besondere Lagen der willkürlich wählbaren rp Puncte x_ν, s_ν und $(r-1)p$ Puncte ξ_ν, σ_ν kann es sich ereignen, dass von den p abhängigen Nullpuncten zwei eine solche Lage erhalten, wie die Puncte x', s' : x', $-s'$ sie besitzen. In dem Falle würde $\vartheta_{g,h}$ identisch verschwinden, und von den p abhängigen Nullpuncten könnte noch einer willkürlich gewählt werden. Diesen Fall, wo eine der ϑ-Functionen im letzten Ausdrucke identisch verschwindet, schliessen wir ein für alle Male bei den folgenden Betrachtungen aus, indem wir bei den willkürlich wählbaren rp Puncten x_ν, s_ν und $(r-1)p$ Puncten ξ_ν, σ_ν von solchen Lagen, die besonderen Bedingungen genügen, absehen.

Soll nun R' eine algebraische Function von x darstellen, so müssen für die Grössen g und h rationale Zahlen eingesetzt werden, indem nur unter dieser Bedingung die Anzahl der Werthe, die R' durch stetige Fortsetzung über die Querschnitte hinüber in einem Puncte der Fläche T' annehmen kann, eine endliche ist. Da R' einen constanten Factor erlangt, wenn die Grössen g und h um ganze Zahlen geändert werden, so umfassen wir alle Formen, wenn wir für g und h positive echte Brüche und im Grenzfalle die Null einführen. Wir setzen allgemein

$$g_\nu = \frac{g'_\nu}{m} \quad , \quad h_\nu = \frac{h'_\nu}{m} \quad .$$

wo m eine positive ganze Zahl bezeichnet. Die Grössen g' und h' bedeuten positive ganze Zahlen, die kleiner als m sind, und von denen einige auch 0 sein können. Wir nehmen an, dass ein Theiler von m nicht auch zugleich Theiler aller g' und h' ist. Dann erlangt R' an den Querschnitten Factoren, die m^{te} Wurzeln der Einheit sind, und R'^m ist die niedrigste Potenz von R', die beim Ueberschreiten eines jeden Querschnitts den Factor 1 erlangt, d. h. ungeändert bleibt. R'^m ist dann eine wie T verzweigte, d. h. rational durch x und s darstellbare Function: R' folglich die m^{te} Wurzel aus einer solchen Function. Umgekehrt lässt sich zeigen, dass wenn F eine wie T verzweigte Function ist, die in den Puncten, wo sie unendlich und Null wird, immer ∞^m und 0^m wird, dann $\sqrt[m]{F}$ eine in T' einwerthige und stetige Function ist, die beim Ueberschreiten der Querschnitte Factoren erlangt, die Wurzeln der Einheit sind.

10.

Führen wir in der ersten ϑ-Function des Zählers von R' für die Grössen e und f die weiter oben aufgestellten Werthe ein, so geht dieselbe über in

$$\vartheta_{g,h}\left(u + \sum_1^{rp} u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_{p+1}^{rp} u^{\xi_\nu, \sigma_\nu} + k\right) .$$

Von den $(r-1)p$ willkürlich wählbaren Nullpuncten ξ_ν, σ_ν der Function R' können wir eine beliebige Anzahl mit den willkürlich wählbaren Unendlichkeitspuncten $x_\nu, -s_\nu$ zusammenfallen lassen. Lassen wir die $rp-q$ letzten Puncte ξ_ν, σ_ν mit den $rp-q$ letzten der Puncte $x_\nu, -s_\nu$ zusammenfallen, wobei $q \geqq p$, so geht die obige ϑ-Function über in

$$\vartheta_{g,h}\left(u + \sum_1^{q} u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_{p+1}^{q} u^{\xi_\nu, \sigma_\nu} + k + M\right) ,$$

in der M ein bestimmtes System correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen bezeichnet, und R' stellt alsdann eine Function dar, die ∞^1 wird für die q Puncte $x_1, -s_1; \ldots; x_q, -s_q$; 0^1 für die $q-p$ Puncte $\xi_{p+1}, \sigma_{p+1}; \ldots; \xi_q, \sigma_q$; und ferner noch 0^1 für die p Puncte, für die die letzte Function $\vartheta_{g,h}$ 0^1 wird.

Unter den gemachten Voraussetzungen über die Zahlen g und h und über das Zusammenfallen von Puncten ξ_ν, σ_ν mit Puncten $x_\nu, -s_\nu$, betrachten wir jetzt den einfachsten Fall, wo R' eine rationale Function von x und s ist, den Fall $m=1$. Dann werden die g und h ganze Zahlen und wir können sie alle der Null gleich setzen. Bezeichnen wir die $q-p$ Puncte ξ_{p+1}, σ_{p+1} bis ξ_q, σ_q durch x'_{q+1}, s'_{q+1} bis x'_{2q-p}, s'_{2q-p}, so geht R' bis auf einen constanten Factor über in

$$R'' = \frac{\vartheta(u+E)\,\vartheta(u-e^{(2)})\ldots\vartheta(u-e^{(r)})}{\vartheta(u-f^{(1)})\,\vartheta(u-f^{(2)})\ldots\vartheta(u-f^{(r)})} ,$$

wobei mit (E) das Grössensystem

$$(1.) \qquad (E) = \left(\sum_1^q u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_{q+1}^{2q-p} u^{x'_\nu, s'_\nu} + k + M\right)$$

bezeichnet ist. R'' ist dann als rationale Function von x und s bis auf einen constanten Factor bestimmt durch die Bedingungen, ∞^1 zu werden nur in den q Puncten $x_1, -s_1; \ldots; x_q, -s_q$; und 0^1 zu werden in den $q-p$ Puncten $x'_{q+1}, s'_{q+1}; \ldots; x'_{2q-p}; s'_{2q-p}$: vorausgesetzt, dass die Lagen dieser Puncte nicht besonderen Bedingungen unterworfen sind. Der Fall $q=p$ ist ausgeschlossen, indem nach Art. 2 keine wie T' verzweigte Functionen existiren, die für p willkürlich wählbare Puncte ∞^1 werden. Diesem Ausnahmefall entsprechend reducirt sich für $q=p$ der Ausdruck R'' auf eine Constante. Die in Art. 2 entwickelten Principien reichen hin, um den algebraischen Ausdruck für R'' zu bilden. Man findet

$$R'' = Const. \frac{J}{(x-x_1)(x-x_2)\ldots(x-x_q)} .$$

wobei mit Δ die Determinante

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} sx^{q-p-1}, & s_1x_1^{q-p-1}, & \ldots, & s_qx_q^{q-p-1}, & s'_{q+1}x'^{q-p-1}_{q+1}, & \ldots, & s'_{2q-p}x'^{q-p-1}_{2q-p} \\ sx^{q-p-2}, & . & . & . & . & . & . \\ \vdots & & & & & & \\ sx & . & . & . & . & . & . \\ s, & s_1, & \ldots, & s_q, & s'_{q+1}, & \ldots, & s'_{2q-p} \\ x^q & . & . & & . & . & . \\ x^{q-1} & . & . & . & . & . & . \\ \vdots & & & & & & \\ x, & x_1, & \ldots, & x_q, & x'_{q+1}, & \ldots, & x'_{2q-p} \\ 1, & 1, & \ldots, & 1, & 1, & \ldots, & 1 \end{vmatrix}$$

bezeichnet ist. Denn diese Determinante wird, als Function des Punctes x, s betrachtet, für $x = \infty$ von derselben Ordnung unendlich wie der Nenner $(x - x_1) \ldots (x - x_q)$ in dem Ausdrucke für R'', und zwar unendlich von der Ordnung $2q$. Entsprechend wird sie 0^1 für $2q$ Lagen des Punctes x, s: und zwar 0^1 für die q Puncte $x_1, s_1; \ldots; x_q, s_q$ zugleich mit dem Nenner $(x - x_1) \ldots (x - x_q)$, so dass der Quotient für diese Puncte endlich bleibt: ferner 0^1 für die $q - p$ Puncte x'_ν, s'_ν, für die R'' auch 0^1 werden soll: und endlich noch 0^1 für p, von diesen $2q - p$ aufgezählten Puncten abhängige Puncte, die demnach mit den Nullpuncten der Function $\vartheta(u + E)$ übereinstimmen müssen. Lassen wir den Punct x'_{2q-p}, s'_{2q-p} in's Unendliche rücken, so geht (E) über in

(2.) $$(E) = \left(\sum_1^q u^{x_\nu, s_\nu} + \sum_{q+1}^{2q-p-1} u^{x'_\nu, s'_\nu} + k + M\right),$$

und man erhält in dem Falle den algebraischen Ausdruck für R'', indem man statt Δ eine Determinante Δ_2 einführt, die sich von Δ_1 nur durch das Fehlen der letzten Verticalreihe und derjenigen Horizontalreihe, die das Glied x^q enthält, unterscheidet. Diese Determinante Δ_2 wird für $x = \infty$ unendlich von der Ordnung $2q - 1$ und entsprechend 0^1 für $2q - 1$ Lagen des Punctes x, s. Ihre Nullpuncte sind die $2q - p - 1$ explicite in ihr vorkommenden Puncte x_ν, s_ν und x'_ν, s'_ν und ferner noch die p, von diesen $2q - p - 1$ Puncten abhängigen Puncte, für die sie 0^1 wird. Diese letzteren p Puncte müssen demnach mit den Nullpuncten der Function $\vartheta(u + E)$ übereinstimmen.

Mit Berücksichtigung dieser beiden Resultate ist es leicht, durch eine algebraische Gleichung die p Puncte festzulegen, für die eine Function

$$\vartheta\left(u + \sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu} + k\right), \quad n > p,$$

0^1 wird. Jede ganze Zahl $n > p$ ist entweder in der Form $n = 2q - p$ oder in der Form $n = 2q - p - 1$ enthalten, wo q eine ganze Zahl, die grösser als p ist, bezeichnet. In Folge dessen werden die p gesuchten Puncte im ersten Falle aus der Gleichung $\Delta_1 = 0$, im zweiten Falle aus der Gleichung $\Delta_2 = 0$ sich ergeben, wenn man sowohl bei dem Ausdrucke Δ_1 wie bei Δ_2 die Symbole s' und x' durch s und x ersetzt, also statt $s'_{q+1}, x'_{q+1} : s_{q+1}, x_{q+1}$ schreibt u. s. w. Drückt man nun in jedem der beiden Fälle q durch p und n aus, so folgt allgemein, dass wenn die Function

$$\vartheta(u + \sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu} + k) \quad , \quad n > p \;,$$

nicht identisch verschwindet, sie 0^1 wird für die p Puncte, die durch die Gleichung $\Delta_{\varrho,n} = 0$: : wo

$$\Delta_{\varrho,n} = \begin{vmatrix} sx^{\varrho} & , & s_1 x_1^{\varrho} & , \; . \; . \; . \; . \; , & s_n x_n^{\varrho} \\ sx^{\varrho-1} & , & s_1 x_1^{\varrho-1} & . \; . \; . \; . \; . & s_n x_n^{\varrho-1} \\ \vdots & & \cdots & & \\ sx & , & s_1 x_1 & . \; . \; . \; . \; . & s_n x_n \\ s & , & s_1 & , \; . \; . \; . \; . & s_n \\ x^{n-\varrho-1} & , & x_1^{n-\varrho-1} & , \; . \; . \; . \; . \; , & x_n^{n-\varrho-1} \\ \vdots & & \cdots & & \\ x & , & x_1 & . \; . \; . \; . \; , & x_n \\ 1 & . & 1 & . \; . \; . \; . \; . & 1 \end{vmatrix}$$

$$\varrho = \frac{n - p - 2}{2} \;, \text{ wenn } n \pm p \text{ eine gerade Zahl,}$$

$$\varrho = \frac{n - p - 1}{2} \;, \text{ wenn } n \pm p \text{ eine ungerade Zahl : :}$$

mit den n Puncten $x_1, s_1; x_2, s_2; \; . \; . \; . \; ; x_n, s_n$ verknüpft sind. Es ist dabei vorausgesetzt, dass von den n Puncten keine zwei identisch sind, keine zwei eine solche Lage haben wie x', s' und $x', -s'$, und endlich, dass der Punct ∞ nicht unter ihnen vorkommt. Die ϑ-Function und die Determinante $\Delta_{\varrho,n}$ verschwinden identisch, d. h. für jede Lage des Punctes x, s, wenn die n Puncte $x_1, s_1; \; . \; . \; . \; ; x_n, s_n$ in solche Lagen rücken, dass von den p abhängigen Puncten zwei eine solche Lage erhalten, wie die Puncte $x', s' : x', -s'$ sie besitzen.

11.

Die Aufgabe, die Function

$$R = C \cdot \frac{\vartheta_{g,h}(u - E)\,\vartheta(u - e^{(2)}) \; . \; . \; . \; \vartheta(u - e^{(r)})}{\vartheta(u - f^{(1)})\,\vartheta(u - f^{(2)}) \; . \; . \; . \; \vartheta(u - f^{(r)})}$$

algebraisch durch x und s darzustellen, vereinfacht sich formal mit Hülfe der letzten Untersuchung. Zwischen der Function R' und der Function R'', die dem Falle $m = 1$, $g = 0$, $h = 0$ entspricht, existirt nämlich die einfache Relation

$$R' = C' \cdot \frac{\vartheta_{g,h}(u + E)}{\vartheta(u + E)} \cdot R'',$$

und da R'' algebraisch dargestellt ist, reducirt sich die Aufgabe auf die algebraische Darstellung des Quotienten

$$R = \frac{\vartheta_{g,h}(u + E)}{\vartheta(u + E)} .$$

Dieser Quotient erlangt nur einen Zahlenfactor, wenn man das System (u) um ein System correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen ändert. Man kann also bei (E) von dem Systeme (M) absehen (vergl. Art. 10), und (E) allgemein in der Form voraussetzen:

$$(E) = (\sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu} + k) , \; n \geqq p .$$

Als Function des Punctes x, s betrachtet hat R die folgenden Eigenschaften. R ist eine in T' einwerthige und stetige Function des Ortes, die in p Puncten ∞^1, in p Puncten 0^1 wird, und an den Querschnitten Factoren erlangt, die m^{te} Wurzeln der Einheit sind. Ihre Unendlichkeitspuncte sind, wenn $n = p$, die p Puncte $x_1, -s_1; \ldots; x_p, -s_p$; wenn $n > p$, die p durch die Gleichung $\varDelta_{\varrho,n} = 0$ mit $x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$ verknüpften Puncte. Ihre Nullpuncte sind die p Puncte, für die die Function $\vartheta_{g,h}(u + E)$ 0^1 wird. Am Querschnitte a_ν erlangt sie den Factor $e^{h_\nu 2\pi i}$, am Querschnitte b_ν den Factor $e^{g_\nu 2\pi i}$, wo unter h_ν und g_ν die in Art. 9 aufgestellten echten Brüche zu verstehen sind. Da die Annahme der Grössen g und h das eindeutige Bestimmtsein der p Nullpuncte von R nach sich zieht (vergl. Art. 9), indem die Argumente der ϑ-Function im Zähler ausser von (E) nur noch von den Grössen g und h abhängen, so folgt, dass die in T' einwerthige und stetige algebraische Function R bis auf einen von x unabhängigen Factor bestimmt ist durch die Bedingungen: *für p gegebene Puncte ∞^1 zu werden und an den Querschnitten gegebene Factoren zu erlangen.*

Aus dieser Eigenschaft ergiebt sich ein neues Princip für die algebraische Darstellung der Functionen R. Es besteht darin, dass man die *einfachsten* algebraischen Functionen zu gewinnen trachtet, die in T' einwerthig und stetig sind und an den Querschnitten dieselben Factoren $e^{h_\nu 2\pi i}$ und $e^{g_\nu 2\pi i}$ erlangen, die R beim Ueberschreiten annimmt. Sei f eine solche algebraische Function, so ist der Quotient von R und f eine wie T verzweigte Function, denn er erlangt beim Ueberschreiten eines jeden Querschnitts den Factor 1. Dieser

Quotient $\frac{R}{f}$ lässt sich auf einfache Weise rational durch x und s ausdrücken, sobald man die p Puncte kennt, wo R ∞^1 wird, und die Puncte, wo f ∞^1 und 0^1 wird: denn man kennt alsdann von einer wie T' verzweigten Function die sämmtlichen Unendlichkeitspuncte und von den Nullpuncten alle bis auf p: weiss ferner, dass diese p eindeutig bestimmt sind, dass also keine zwei von ihnen eine Lage wie x', s' : $x', -s'$ haben, da sonst $\vartheta_{g,h}$ identisch 0 wäre: ist folglich im Stande, die Function bis auf einen von x unabhängigen Factor nach der gewöhnlichen Methode, durch Auflösen eines Systems linearer Gleichungen, zu bestimmen. Hat man auf diese Weise eine algebraische Function von x gefunden, die mit R bis auf einen von x unabhängigen Factor übereinstimmt, und berücksichtigt, dass R eine symmetrische Function der sämmtlichen, in den Argumenten vorkommenden $n+1$ Puncte $x, s; x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$ ist, so ergiebt sich unmittelbar der vollständige algebraische Ausdruck für R bis auf einen, von den sämmtlichen $n+1$ Puncten unabhängigen constanten Factor. Nach diesem Principe wollen wir im Folgenden den Fall $m=2$ behandeln.

Dem Falle $m=2$ entsprechend setzen wir

$$g_\nu = -\frac{\varepsilon'_\nu}{2}, \quad h_\nu = \frac{\varepsilon_\nu}{2},$$

wo die $\varepsilon, \varepsilon'$ ganze Zahlen bezeichnen. Allgemein sollen im weitern Verlaufe der Arbeit mit $\varepsilon, \varepsilon'$ nur ganze Zahlen bezeichnet werden. Dann geht $\vartheta_{g,h}(v)$ durch diese Substitution über in

$$\vartheta\left(v_1 + \frac{\varepsilon'_1}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{1,\mu} \,\Big|\, \ldots \,\Big|\, v_p + \frac{\varepsilon'_p}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{p,\mu}\right) e^{\sum_1^p \varepsilon_\nu v_\nu}.$$

Führt man in diesem Ausdrucke für ϑ die entsprechende Reihe ein und multiplicirt mit dem constanten Factor

$$A = e^{\sum_1^{\mu=p}\sum_1^{\nu=p} a_{\mu,\nu}\frac{\varepsilon_\mu \varepsilon_\nu}{4} + \sum_1^{\nu=p} \pi i \frac{\varepsilon_\nu \varepsilon'_\nu}{2}}:$$

so erhält man eine allgemeinere ϑ-Reihe in der Form

$$(\Theta_1.)\quad \vartheta\begin{bmatrix}\varepsilon_1 & \ldots & \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 & \ldots & \varepsilon'_p\end{bmatrix}(v) = \sum_{m_1=-\infty}^{m_1=+\infty} \cdots \sum_{m_p=-\infty}^{m_p=+\infty} e^{\sum_{\mu=1}^{\mu=p}\sum_{\nu=1}^{\nu=p} a_{\mu,\nu}\left(m_\mu+\frac{\varepsilon_\mu}{2}\right)\left(m_\nu+\frac{\varepsilon_\nu}{2}\right) + 2\sum_{\nu=1}^{\nu=p}\left(m_\nu+\frac{\varepsilon_\nu}{2}\right)\left(v_\nu+\frac{\varepsilon'_\nu}{2}\pi i\right)}:$$

die sich von $\vartheta_{g,h}(v)$, der Relation

$$(\Theta_1.)\quad \vartheta\begin{bmatrix}\varepsilon_1 & \ldots & \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 & \ldots & \varepsilon'_p\end{bmatrix}(v) = A.\ \vartheta\left(v_1 + \frac{\varepsilon'_1}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{1,\mu} \,\Big|\, \ldots \,\Big|\, v_p + \frac{\varepsilon'_p}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{p,\mu}\right) e^{\sum_1^p \varepsilon_\nu v_\nu}$$

gemäss, nur um einen in Bezug auf v constanten Factor A unterscheidet. Diese neue Function können wir statt $\vartheta_{g,h}$ in dem Ausdrucke für R einführen, und erhalten dann die Form

$$R = \frac{\vartheta[\varepsilon]\left(u + \sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu} + k\right)}{\vartheta\left(u + \sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu} + k\right)}$$

zur algebraischen Darstellung. Die Function R ist als eine in T' einwerthige und stetige algebraische Function bis auf einen constanten Factor bestimmt durch die Bedingungen: ∞^1 zu werden in p gegebenen Puncten und beim Ueberschreiten von a_ν den Factor $e^{\varepsilon_\nu \pi i} = (-1)^{\varepsilon_\nu}$, beim Ueberschreiten von b_ν den Factor $e^{-\varepsilon'_\nu \pi i} = (-1)^{\varepsilon'_\nu}$ zu erlangen. Für die spätere Untersuchung bemerken wir gleich hier, dass wenn η, η' ein ähnliches System ganzer Zahlen bezeichnet wie vorher $\varepsilon, \varepsilon'$, und (f) ein beliebiges Constantensystem, dann auch der Quotient

$$\frac{\vartheta[\varepsilon](u + f)}{\vartheta[\eta](u + f)}$$

(vorausgesetzt, dass keine der beiden ϑ identisch verschwindet), eine in T' einwerthige und stetige algebraische Function ist, die in p Puncten ∞^1, in p Puncten 0^1 wird, und am Querschnitte a_ν den Factor $(-1)^{\varepsilon_\nu - \eta_\nu}$, am Querschnitte b_ν den Factor $(-1)^{\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu}$ erlangt.

12.

Die Betrachtung der Reihe, die der Formel $(\Theta_1.)$ gemäss die Function $\vartheta[\varepsilon](v)$ definirt, liefert unmittelbar die folgenden Relationen:

$$(\Theta_3.) \qquad \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\, \varepsilon_\nu \pm 2 \,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\, \varepsilon'_\nu \,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(v) = \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\, \varepsilon_\nu \,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\, \varepsilon'_\nu \,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(v),$$

$$(\Theta_4.) \qquad \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\, \varepsilon_\nu \,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\, \varepsilon'_\nu \pm 2 \,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(v) = (-1)^{\varepsilon_\nu} \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\, \varepsilon_\nu \,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\, \varepsilon'_\nu \,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(v),$$

$$(\Theta_5.) \qquad \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(-v) = \vartheta\begin{bmatrix} -\varepsilon_1 \,.\,.\,.\, -\varepsilon_p \\ -\varepsilon'_1 \,.\,.\,.\, -\varepsilon'_p \end{bmatrix}(v) = (-1)^{\sum_1^p \varepsilon_\nu \varepsilon'_\nu} \vartheta\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \,.\,.\,.\, \varepsilon_p \\ \varepsilon'_1 \,.\,.\,.\, \varepsilon'_p \end{bmatrix}(v).$$

Das Symbol $[\varepsilon]$ heisst mit Bezug auf das Symbol ϑ *die Characteristik der ϑ-Function*, kürzer *ϑ-Characteristik*, insofern durch Angabe desselben der Bau der Function $\vartheta[\varepsilon](v)$ vollständig bestimmt ist. Wohl zu unterscheiden davon ist das Symbol (ε), schlechtweg

Characteristik genannt: es ist (vergl. Art. 6) die abgekürzte Bezeichnung für ein System correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen in der Form

$$\frac{\varepsilon_1'}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{1.\mu}\,, \quad \ldots\,, \quad \frac{\varepsilon_p'}{2}\pi i + \sum_1^p \frac{\varepsilon_\mu}{2} a_{p.\mu}\,.$$

Die Relationen ($\Theta_3.$) und ($\Theta_4.$) zeigen, dass man die verschiedenen möglichen Functionen $\vartheta[\varepsilon](v)$ erhält, wenn man für die $\varepsilon, \varepsilon'$ nur 0 und 1 einführt. Es giebt demnach 2^{2p} verschiedene Functionen $\vartheta[\varepsilon](v)$. Diejenige unter ihnen, bei der sämmtliche $\varepsilon, \varepsilon'$ den Werth 0 haben oder gerade Zahlen sind, ist mit der Function $\pm\vartheta(v)$ identisch. Die Relation ($\Theta_5.$) zeigt, dass einige dieser Functionen ungeändert bleiben, wenn man alle Argumente v in's Entgegengesetzte verwandelt, die übrigen durch diese Aenderung der Argumente den Factor -1 erhalten. Die ersteren nennen wir gerade ϑ: ihre $\varepsilon, \varepsilon'$ müssen die Bedingung $\sum_1^p \varepsilon_\nu \varepsilon_\nu' \equiv 0 \pmod 2$ erfüllen; die letzteren nennen wir ungerade ϑ: ihre $\varepsilon, \varepsilon'$ müssen die Bedingung $\sum_1^p \varepsilon_\nu \varepsilon_\nu' \equiv 1 \pmod 2$ erfüllen. Mit Rücksicht auf diese Bedingungen und auf den Umstand, dass man von den 2^{2p-2} Characteristiken, die dem Falle $p-1$ entsprechen, zu den 2^{2p} Characteristiken des Falles p gelangen kann, indem man einer jeden der 2^{2p-2} Characteristiken der Reihe nach eines der vier Glieder $\begin{smallmatrix}0\\0\end{smallmatrix}, \begin{smallmatrix}0\\1\end{smallmatrix}, \begin{smallmatrix}1\\0\end{smallmatrix}, \begin{smallmatrix}1\\1\end{smallmatrix}$ vorsetzt, findet man die Beziehungen:

$$\begin{aligned} \mathfrak{g}_p &= 3\mathfrak{g}_{p-1} + \mathfrak{u}_{p-1}\,, \\ \mathfrak{u}_p &= 3\mathfrak{u}_{p-1} + \mathfrak{g}_{p-1}\,, \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} \mathfrak{g}_p + \mathfrak{u}_p &= 4(\mathfrak{g}_{p-1} + \mathfrak{u}_{p-1})\,, \\ \mathfrak{g}_p - \mathfrak{u}_p &= 2(\mathfrak{g}_{p-1} - \mathfrak{u}_{p-1})\,, \end{aligned} \right.$$

wo $\mathfrak{g}_{p-1}$, $\mathfrak{g}_p$ und $\mathfrak{u}_{p-1}$, $\mathfrak{u}_p$ die Anzahl der geraden und ungeraden Characteristiken in den Fällen $p-1$ und p bezeichnen. Hieraus ergiebt sich leicht, dass im Falle $p = p$ die Anzahl der geraden ϑ $2^{p-1}(2^p+1)$, die Anzahl der ungeraden ϑ $2^{p-1}(2^p-1)$ beträgt.

Die ungeraden ϑ verschwinden sämmtlich, wenn man $(v) = (0)$ setzt, denn aus $\vartheta[\varepsilon](-v) = -\vartheta[\varepsilon](v)$ folgt $\vartheta[\varepsilon](0) = -\vartheta[\varepsilon](0) = 0$. Um die Frage zu entscheiden, ob von den geraden ϑ auch einige für $(v) = (0)$ verschwinden, führen wir statt der 2^{2p} Characteristiken (ε), die den 2^{2p} verschiedenen ϑ entsprechen, die in Art. 6 aufgestellten 2^{2p} Gruppencharacteristiken von der allgemeinen Form $(\varkappa) + \sum^m (a)$, $(m = 0, 1, \ldots, p)$, ein: wenn wir unter ($\varkappa$) diejenige Characteristik verstehen, durch die unser Constantensystem (k) repräsentirt wird. Gehen wir zurück auf die Formel ($\Theta_2.$), so können wir das System der Argumente in der dort rechts stehenden ϑ-Function uns entstanden denken durch Addition des Systems (v) und des durch (ε) repräsentirten Systems correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen: können also die Formel ($\Theta_2.$) auch schreiben:

$$(\Theta_7.)\qquad \vartheta\begin{bmatrix}\varepsilon_1 & \dots & \varepsilon_p \\ \varepsilon_1' & \dots & \varepsilon_p'\end{bmatrix}\{v\} = A.\ \vartheta((v)+(\varepsilon))\, e^{\sum\limits_1^p \varepsilon_\nu' v_\nu} .$$

Bestimmen wir jetzt die Grössen $\varepsilon, \varepsilon'$ als ganze Zahlen der Gleichung

$$\begin{pmatrix}\varepsilon_1 & \dots & \varepsilon_p \\ \varepsilon_1' & \dots & \varepsilon_p'\end{pmatrix} = (\varkappa) - \sum^m (a)$$

gemäss und führen statt $[\varepsilon]$ und (ε) die gleiche Characteristik $(\varkappa) + \sum^m (a)$ ein, so folgt

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\{v\} = A.\ \vartheta((v) + \sum^m (a) + (\varkappa))\, e^{\sum\limits_1^p \varepsilon_\nu' v_\nu} .$$

Das durch $\sum^m (a) + (\varkappa)$ bezeichnete System correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen ist aber nach Früherem identisch mit dem Systeme $(\sum\limits_1^m u^{x_\nu, s_\nu} + k)$, wenn man darin für $x_1, s_1; \dots; x_m, s_m$ die m Verzweigungspuncte einführt, auf die sich die in $\sum^m (a)$ vorkommenden m Characteristiken (a) beziehen. Versteht man nun unter α einen der $2p+1$ endlichen Verzweigungspuncte und bezeichnet den Werth von $u^{x,s}$ für $x = \alpha$ mit $u^{\alpha,0}$, so folgt

$$(\Theta_8.)\qquad \vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\{v\} = A.\ \vartheta\{v + \sum^m u^{\alpha,0} + k\}\, e^{\sum\limits_1^p \varepsilon_\nu' v_\nu} ,$$

wobei festzuhalten, dass die Σ in der ϑ-Characteristik sich über m der Characteristiken (a) erstreckt, und entsprechend die Σ in der rechts stehenden ϑ-Function über diejenigen m Verzweigungspuncte auszudehnen ist, die zu den m Characteristiken (a) gehören; ferner dass die in A und im Exponenten von e vorkommenden Grössen $\varepsilon, \varepsilon'$ der Gleichung $(\varepsilon) = (\varkappa) + \sum^m (a)$ gemäss bestimmt werden müssen. Setzen wir nun in $(\Theta_8.)$ $(v) = (0)$ und wenden die in den Formeln VII. und VIII. (Art. 8) dargestellten Lehrsätze an, so folgt allgemein

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^p (a)]\{0\} \gtrless 0 \quad , \quad \vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\{0\} = 0, \text{ wenn } m < p .$$

Von den 2^{2p} ϑ-Functionen verschwinden demnach für $(v) = (0)$ nur diejenigen $(2p+1)_p$ nicht, deren Characteristiken in der Form $(\varkappa) + \sum^p (a)$ enthalten sind. Diese $(2p+1)_p$ Functionen müssen nothwendig gerade ϑ sein, und da die Gesammtanzahl der geraden ϑ $2^{p-1}(2^p+1)$ beträgt, so werden von diesen $2^{p-1}(2^p+1) - (2p+1)_p$ für $(v) = (0)$ verschwinden. Für $p = 1$ und $p = 2$ werden also keine geraden ϑ verschwinden, wenn man $(v) = (0)$ setzt: für $p > 2$ neben den ungeraden auch einige der geraden ϑ.

Bezeichnen wir mit $m \geq 0$ eine ganze Zahl, so folgt

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^{p-2m-1} (a)]\{0\} = 0 \quad , \quad \vartheta[(\varkappa) + \sum^{p-2m-2} (a)]\{0\} = 0 ,$$

der Formel $(\Theta_8.)$ gemäss, da dann in die rechte Seite der Formel die Functionen

$$\vartheta\Big(\sum^{p-2m-1} u^{\alpha,0} + k\Big) = 0 \quad , \quad \vartheta\Big(\sum^{p-2m-2} u^{\alpha,0} + k\Big) = 0$$

resp. eintreten. Wenden wir jetzt den am Ende von Art. 8 ausgesprochenen Satz von Riemann an, so folgt, dass die Functionen

$$\vartheta\Big(v + \sum^{p-2m-1} u^{\alpha,0} + k\Big) \quad , \quad \vartheta\Big(v + \sum^{p-2m-2} u^{\alpha,0} + k\Big) \; ,$$

und ihre sämmtlichen ersten bis m^{ten} Derivirten nach den Grössen $v_1, \ldots, v_p$ verschwinden für $(v) = (0)$, nicht aber ihre sämmtlichen $(m+1)^{\text{ten}}$ Derivirten. Mit Berücksichtigung der Formel (Θ_c) ergiebt sich entsprechend, dass die Functionen

$$\vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-2m-1} (a)\Big]\{v\} \quad , \quad \vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-2m-2} (a)\Big]\{v\} \; ,$$

und ihre sämmtlichen ersten bis m^{ten} Derivirten nach den Grössen $v_1, \ldots, v_p$ verschwinden für $(v) = (0)$, nicht aber ihre sämmtlichen $(m+1)^{\text{ten}}$ Derivirten. Dieses Resultat liefert die Mittel, um zu entscheiden, welche von den 2^{2p} ϑ-Functionen gerade, welche ungerade sind. Bezeichnet nämlich f eine beliebige einwerthige und stetige Function der p Variablen $v_1, \ldots, v_p$, die der Bedingung $f(-v_1 \mid -v_2 \mid \ldots \mid -v_p) = f(v_1 \mid v_2 \mid \ldots \mid v_p)$ genügt und für $(v) = (0)$ nicht unendlich ist, so werden die sämmtlichen ersten, dritten, ..., $(2n+1)^{\text{ten}}$ Derivirten dieser Function für $(v) = (0)$ verschwinden. Genügt dagegen f der Bedingung $f(-v_1 \mid -v_2 \mid \ldots \mid -v_p) = -f(v_1 \mid v_2 \mid \ldots \mid v_p)$, so werden für $(v) = (0)$ ausser der Function f die sämmtlichen zweiten, vierten, ..., $2n^{\text{ten}}$ Derivirten verschwinden. Mit Bezug auf m in den letzten ϑ-Functionen unterscheiden wir jetzt zwei Fälle:

1. m gerade , $m = 2m'$,

dann werden nach dem Satze von Riemann nicht sämmtliche $(2m'+1)^{\text{te}}$ Derivirte der Functionen

$$\vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-4m'-1} (a)\Big]\{v\} \quad , \quad \vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-4m'-2} (a)\Big]\{v\} \; ,$$

für $(v) = (0)$ verschwinden: folglich müssen die beiden Functionen ungerade ϑ sein, indem sonst ihre sämmtlichen Derivirten δ^{2n+1} für $(v) = (0)$ verschwinden würden.

2. m ungerade , $m = 2m' + 1$,

dann werden nach dem Satze von Riemann nicht sämmtliche $(2m'+2)^{\text{te}}$ Derivirte der Functionen

$$\vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-4m'-3} (a)\Big]\{v\} \quad , \quad \vartheta\Big[(\varkappa) + \sum^{p-4m'-4} (a)\Big]\{v\} \; ,$$

für $(v) = (0)$ verschwinden: folglich müssen die beiden Functionen gerade ϑ sein, indem sonst ihre sämmtlichen Derivirten δ^{2n} für $(v) = (0)$ verschwinden würden.

Damit ist bewiesen, dass von den 2^{2p} verschiedenen ϑ-Functionen, deren Characteristiken in den Formen

$$(\varkappa) \quad , \quad (\varkappa) + \overset{1}{\Sigma}(a) \, , \, . \, . \, . \, , \, (\varkappa) + \overset{m}{\Sigma}(a) \, , \, . \, . \, . \, , \, (\varkappa) + \overset{p}{\Sigma}(a)$$

enthalten sind, als gerade ϑ diejenigen auftreten, deren Characteristiken den Formen

$$(\varkappa) + \overset{p}{\Sigma}(a) \quad , \quad (\varkappa) + \overset{p-4m-3}{\Sigma}(a) \quad , \quad (\varkappa) + \overset{p-4m-4}{\Sigma}(a) \qquad (m = 0, 1, \ldots)$$

entsprechen, als ungerade ϑ diejenigen, deren Characteristiken den Formen

$$(\varkappa) + \overset{p-4m-1}{\Sigma}(a) \quad , \quad (\varkappa) + \overset{p-4m-2}{\Sigma}(a) \qquad (m = 0, 1, \ldots)$$

entsprechen. Ferner verschwinden für $(v) = (0)$ nur diejenigen $(2p+1)_p$ ϑ nicht, deren Characteristiken in der Form $(\varkappa) + \overset{p}{\Sigma}(a)$ enthalten sind. Diese Sätze über die Characteristiken rühren von Herrn Riemann her und wurden mir im vorigen Jahre von meinem hochverehrten Lehrer mündlich für einen besondern Fall der Zerlegung von T in T' mitgetheilt. Er erwähnte dabei, dass der allgemeine Beweis der Gültigkeit derselben für jede Art der Zerlegung leicht durch Betrachtung der Derivirten der ϑ gewonnen werden könne. Diesen Beweis habe ich im Vorigen zu liefern versucht.

13.

Es ist noch übrig, die Characteristik $(\varkappa)$ zu bestimmen, oder was dasselbe, diejenige Gruppe congruenter Characteristiken, aus der man beliebig eine als $(\varkappa)$ wählen kann. Das System $k_1 | k_2 | \ldots | k_p$ correspondirender Halber der Periodicitätsmodulen, das durch $(\varkappa)$ symbolisch bezeichnet wurde, kann nämlich nach Früherem beliebig um Systeme correspondirender Ganzer der Periodicitätsmodulen geändert werden, ohne dass es darum aufhört, den Bedingungen zu genügen, die einzig und allein zu seiner Bestimmung vorliegen. Ueberhaupt behält ja jede Characteristik (ε) ihre wesentlichen Eigenschaften, wenn man alle ihre Glieder $\varepsilon, \varepsilon'$ willkürlich um gerade Zahlen ändert, und entsprechend erlangt eine Function $\vartheta[\varepsilon](\!(v)\!)$ durch eine solche Aenderung ihrer Characteristik nur den Factor ± 1.

Eine beliebige Characteristik ist immer nur einer der 2^{2p} Characteristiken, die in der Form $\overset{m}{\Sigma}(a)$, $(m = 0, 1, \ldots, p)$, enthalten sind, congruent. Es ist dabei unter $\overset{0}{\Sigma}(a)$ die Characteristik (0) zu verstehen. Wir können also für's erste die zu bestimmende Characteristik $(\varkappa)$ in der Form $\overset{m}{\Sigma}(a)$ voraussetzen, und es bleibt dann noch zu untersuchen, wie gross die Zahl m, und welches die m Characteristiken (a) sind, durch deren Summe die Characteris-

tik $(\varkappa)$ sich ausdrücken lässt. Bezeichnen wir diese m Characteristiken durch $(a)'$ und die übrigen $2p+1-m$ Characteristiken (a) durch $(a)''$, so folgt

$$(\varkappa) \equiv \sum^{m} (a)' \quad , \quad (0) \equiv (\varkappa) + \sum^{m} (a)' \; .$$

Addirt man nun in der letzten Congruenz beiderseits eine der $2p+1$ Characteristiken (a), so sind zwei Fälle möglich. Gehört die zu addirende Characteristik zu den m mit $(a)'$ bezeichneten, und sei dieselbe $(a)'_{\mu}$, so folgt

$$(a)'_{\mu} \equiv (\varkappa) + \sum^{m-1} (a)' \; ,$$

es bleiben auf der rechten Seite der Congruenz neben $(\varkappa)$ nur noch $m-1$ Characteristiken (a) stehen. Gehört dagegen die zu addirende Characteristik zu den $2p+1-m$ mit $(a)''$ bezeichneten, und sei dieselbe $(a)''_{\nu}$, so erhält man

$$(a)''_{\nu} \equiv (\varkappa) + \sum^{m} (a)' + (a)''_{\nu} \; ,$$

so dass auf der rechten Seite neben $(\varkappa)$ eine Summe von $m+1$ verschiedenen Characteristiken (a) steht. Die m Characteristiken $(a)'$ sind demnach entweder alle gerade, oder alle ungerade: und ebenso die $2p+1-m$ Characteristiken $(a)''$ entweder alle gerade, oder alle ungerade. Ferner werden, da auf der rechten Seite der ersten Congruenz eine Summe von $m-1$ Characteristiken (a) vorkommt, auf der rechten Seite der zweiten Congruenz dagegen eine Summe von $m+1$ derselben, die Characteristiken $(a)'$ dann gerade sein, wenn die $(a)''$ ungerade sind, und umgekehrt: denn nach dem vorigen Art. 12 wird ja, wenn $(\varkappa) + \sum^{n} (a)$ eine ungerade Characteristik ist, $(\varkappa) + \sum^{n-1} (a)$ nothwendig eine gerade sein, und umgekehrt. Daraus folgt, dass die Characteristik $(\varkappa)$ dargestellt werden kann entweder als die Summe der sämmtlichen, unter den $2p+1$ Characteristiken (a) sich vorfindenden geraden Characteristiken, wenn deren Anzahl $\leq p$, oder im andern Falle als die Summe der sämmtlichen Characteristiken (a), die ungerade sind. Beides kommt aber auf dasselbe hinaus: denn da die Summe aller $2p+1$ Characteristiken (a) der Characteristik (0) congruent ist, so wird auch immer die Summe der unter ihnen sich vorfindenden geraden Characteristiken congruent sein der Summe der übrigen, die ungerade Characteristiken sind. Ferner ergiebt sich leicht, dass der Fall $m = 0$, $(\varkappa) = (0)$, der oben nicht besonders berücksichtigt wurde, verlangt, dass die $2p+1$ Characteristiken (a) entweder sämmtlich gerade, oder sämmtlich ungerade sind.

Die bisherigen Resultate sind vollständig unabhängig von dem gewählten Querschnittsysteme: denn die Untersuchung wurde geführt, ohne auf die speciellen Werthe der Cha-

racteristiken (a) Rücksicht zu nehmen. Die auseinandergesetzte Methode zur Bestimmung von $(\varkappa)$, die von der gewöhnlich angewandten, nach der man das System (k) durch Integration bestimmt, abweicht, führt bei jeder Zerlegung der Fläche T zum Ziele. Unserer Zerlegung der Fläche T entsprechend sind die p Characteristiken $(a)_2, (a)_4, \ldots, (a)_{2p}$ ungerade, da für jede von ihnen $\sum\limits_1^p \varepsilon_\nu \varepsilon'_\nu \equiv 1 \pmod 2$, die übrigen gerade. Man kann demnach in unserm Falle für $(\varkappa)$ die Summe dieser p einführen und erhält unmittelbar durch Addition

$$(\varkappa) = \begin{pmatrix} p, & p-1, & \ldots, & 3, & 2, & 1 \\ 1, & 1 & , \ldots, & 1, & 1, & 1 \end{pmatrix}.$$

14.

Substituirt man in der Formel $(\Theta_8.)$ des Art. 12 an Stelle von (v) ein System $(\sum\limits_1^n u^{x_\nu, s_\nu})$, so zeigt sich, dass die Function

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\,(\sum_1^n u^{x_\nu, s_\nu})$$

für jede Lage der n Puncte $x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$ identisch verschwindet, wenn $m+n < p$ ist. Dagegen wird, wenn $m+n > p-1$, diese Function nicht für jede Lage der n Puncte den Werth 0 haben. Der kleinste Werth, den n annehmen kann, ohne dass die Function für jede Lage der Puncte identisch verschwindet, ist demnach $p-m$. Insbesondere wird die Function

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\,(u^{x,s} + \sum_1^{p-m-1} u^{x_\nu, s_\nu}),$$

als Function des Punctes x, s betrachtet, 0^1 für die $p-m-1$ Puncte $x_\nu, -s_\nu$, 0^1 für den Verzweigungspunct ∞ und für die m endlichen Verzweigungspuncte α, auf die sich die m Characteristiken (a) beziehen. Ebenso wird die Function

$$\vartheta[(\varkappa) + \sum^m (a)]\,(u^{x,s} + \sum_1^{p-m} u^{x_\nu, s_\nu}),$$

als Function des Punctes x, s betrachtet, 0^1 für die $p-m$ Puncte $x_\nu, -s_\nu$ und für die m, den (a) entsprechenden Verzweigungspuncte α. Berücksichtigt man nun, dass der Quotient der Functionen $\vartheta[\varepsilon]\,(u-f)$ und $\vartheta[\eta]\,(u-f)$, vorausgesetzt, dass keine derselben identisch verschwindet, eine in T' einwerthige und stetige algebraische Function ist, die am Querschnitte a_ν den Factor $(-1)^{\varepsilon_\nu \pm \eta_\nu}$, am Querschnitte b_ν den Factor $(-1)^{\varepsilon'_\nu \pm \eta'_\nu}$ erlangt, deren Factorensystem folglich durch die Characteristik $(\varepsilon \pm \eta)$ bestimmt erscheint: so ist es leicht, zu einer beliebigen Characteristik (ε) eine einfache, in T' einwerthige und stetige algebraische

Function zu finden, die an den Querschnitten dieselben Factoren $(-1)^{\varepsilon_\nu}$, $(-1)^{\varepsilon'_\nu}$ erlangt, die die Characteristik (ε) angiebt. Eine solche Function soll mit Bezug auf die Characteristik, die ihre Factoren angiebt, den Namen »*zugehörige characteristische Function*« erhalten.

Nehmen wir aus den $2p+1$ Characteristiken (a) eine beliebige, $(a)_\nu$, heraus und bestimmen eine algebraische Function, die ihr als *characteristische* zugeordnet werden kann. Zu dem Ende betrachten wir die algebraische Function

$$r = \frac{\vartheta\left[(\varkappa) + \overset{p-1}{\Sigma}(a) + (a)_\nu\right](u)}{\vartheta\left[(\varkappa) + \overset{p-1}{\Sigma}(a)\right](u)}\,.$$

und es möge dabei $\overset{p-1}{\Sigma}(a)$ eine Summe von $p-1$ beliebigen Characteristiken (a) bezeichnen, unter denen die Characteristik $(a)_\nu$, die sich auf den Verzweigungspunct α_ν bezieht, nicht vorkommt. Die Factoren, die r an den Querschnitten erlangt, werden, wenn wir mit $[\varepsilon]$ die Characteristik der ϑ-Function im Zähler, mit $[\eta]$ die Characteristik der ϑ-Function im Nenner von r bezeichnen, durch die Characteristik $(\varepsilon-\eta)$ bestimmt. Folglich erlangt r beim Ueberschreiten der Querschnitte diejenigen Factoren, die die Characteristik $(a)_\nu$ angiebt, kann also der Characteristik $(a)_\nu$ als characteristische Function zugeordnet werden. Die ϑ-Function im Zähler des Ausdrucks r wird 0^1 für die $p-1$ Verzweigungspuncte α, auf die sich die $p-1$ Characteristiken (a) beziehen, und ausserdem noch 0^1 für den Verzweigungspunct α_ν. Die ϑ-Function im Nenner wird 0^1 für dieselben $p-1$ Verzweigungspuncte α, für die die ϑ-Function im Zähler 0^1 wird, und ausserdem noch 0^1 für den Verzweigungspunct ∞. In Folge dessen wird der Quotient r dieser beiden Functionen nur einmal 0^1, in dem Verzweigungspuncte α_ν, nur einmal ∞^1, in dem Verzweigungspuncte ∞, und hat für jeden andern Punct einen endlichen, von 0 verschiedenen Werth. Die Function r^2, die an allen Querschnitten den Factor $+1$ erlangt, ist folglich eine wie T' verzweigte Function, die 0^2 wird für $x=\alpha_\nu$, ∞^2 für $x=\infty$, und die sich demgemäss von der Function $x-\alpha_\nu$, die dieselben Eigenschaften besitzt, nur um einen constanten Factor unterscheiden kann. Man hat also

$$r = c\sqrt{x-\alpha_\nu}\,,$$

und es ist folglich $\sqrt{x-\alpha_\nu}$ eine in T' einwerthige und stetige algebraische Function, die beim Ueberschreiten der Querschnitte dieselben Factoren erlangt, die die Characteristik $(a)_\nu$ angiebt. Diesem Resultate entsprechend wollen wir allgemein der Characteristik $(a)_\nu$, die sich auf den Verzweigungspunct α_ν bezieht, die Function $\sqrt{x-\alpha_\nu}$ als characteristische Function zuordnen.

Da eine beliebige Characteristik (ε) immer nur einer der 2^{2p} in der Form $\overset{m}{\Sigma}(a)$, $m \leqq p$, enthaltenen Characteristiken congruent ist, so erhalten wir die uns noch fehlenden characteristischen Functionen, indem wir allgemein zu einer Characteristik von der Form $\overset{m}{\Sigma}(a)$, $m \leqq p$, eine zugehörige characteristische Function bestimmen. Der Factor, den die Characteristik $\overset{m}{\Sigma}(a)$ für irgend einen Querschnitt a oder b angiebt, ist offenbar gleich dem Producte der m Factoren, die durch die m in der Summe vorkommenden Characteristiken (a) für denselben Querschnitt a oder b einzeln angegeben werden: folglich kann der Characteristik $\overset{m}{\Sigma}(a)$ diejenige Function r als characteristische zugeordnet werden, die durch Multiplication der m, den einzelnen (a) entsprechenden characteristischen Functionen entsteht. Setzen wir $\overset{m}{\Sigma}(a)$ in die Form

$$\overset{m}{\Sigma}(a) = \beta_1 \cdot (a)_1 + \beta_2 \cdot (a)_2 + \ldots + \beta_{2p} \cdot (a)_{2p} + \beta_{2p+1} \cdot (a)_{2p+1} ,$$

indem wir allgemein unter β_ν die Zahl 1 oder 0 verstehen, jenachdem $(a)_\nu$ in der links stehenden Summe vorkommt oder nicht, so ergiebt sich die zu $\overset{m}{\Sigma}(a)$ gehörige characteristische Function r unmittelbar in der Form

$$r = \sqrt{(x - \alpha_1)^{\beta_1} (x - \alpha_2)^{\beta_2} \ldots (x - \alpha_{2p+1})^{\beta_{2p+1}}} .$$

Man erhält demnach zu jeder Gruppe congruenter Characteristiken (die Gruppe der Characteristik (0) ist ausgeschlossen) eine und nur eine zugehörige characteristische Function, indem man die $2p + 1$ Functionen $\sqrt{x - \alpha_1}, \ldots, \sqrt{x - \alpha_{2p+1}}$ auf alle möglichen Weisen zu Producten von $1, 2, \ldots, p$ Factoren ohne Wiederholung combinirt. Die Anzahl der so entstehenden Functionen beträgt $2^{2p} - 1$, es kommen unter ihnen die $2p + 1$ einfachen Functionen als Producte aus einem Factor vor. Man kann bemerken, dass der Quotient $\frac{s}{r}$, wo s die Wurzelgrösse $\sqrt{(x - \alpha_1) \ldots (x - \alpha_{2p+1})}$ bezeichnet, an den Querschnitten dieselben Factoren ± 1 erlangt wie r, indem das Product, $r \cdot \frac{s}{r} = s$. dieser beiden Functionen an jedem Querschnitte den Factor $+ 1$ erlangt. Es entspricht dies dem Umstande, dass $\overset{m}{\Sigma}(a) \equiv \overset{2p+1-m}{\Sigma}(a)$, wenn rechts die $2p + 1 - m$ Characteristiken (a) eingesetzt werden, die links nicht vorkommen. Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich auch leicht der Beweis, dass von den $2p + 1$ Characteristiken (a), die bei einer beliebigen Zerlegung der Fläche T in T' auftreten, immer je $2p$ nach unserer frühern Benennung linearunabhängig sind. Denn angenommen, es existirte zwischen n der $2p + 1$ Characteristiken, die, unter Beibehaltung der

untern Grenze ∞ für die Integrale, bei irgend einer Zerlegung der Fläche T' auftreten, eine lineare Relation, so dass

$$\sum^{n}(a) \equiv (0)\ ,$$

so müsste entsprechend ein Product von n bestimmten der Functionen $\sqrt{x-\alpha_1}, \ldots, \sqrt{x-\alpha_{2p+1}}$ an allen Querschnitten den Factor $+1$ erlangen, d. h. eine wie T' verzweigte Function sein. Dies ist aber unmöglich: nur das Product der sämmtlichen $2p+1$ Functionen erlangt, der Relation $\sum^{2p+1}(a) \equiv (0)$ entsprechend, an allen Querschnitten den Factor $+1$.

15.

Die algebraische Darstellung der Function R zu Ende des Art. 11 macht, nachdem die characteristischen Functionen gefunden sind, keine Schwierigkeiten mehr. Bildet man eine algebraische Function von x, die mit R die die Function bestimmenden Eigenschaften gemein hat und zugleich eine symmetrische Function der $n+1$, in den ϑ vorkommenden Puncte ist, so kann sich dieselbe von R nur um einen, von den sämmtlichen Puncten unabhängigen constanten Factor unterscheiden. Diesem constanten Factor kommt die merkwürdige Eigenschaft zu, eine algebraische Function der Verzweigungspuncte α zu sein, die sich explicite darstellen lässt. Im Zusammenhange damit steht, dass jeder Quotient zweier ϑ-Functionen mit den Argumenten $(v) = (0)$, $\vartheta[\varepsilon](0)$ und $\vartheta[\eta](0)$, die nicht verschwinden, sich algebraisch durch die α ausdrücken lässt. Diese Untersuchung wollen wir zunächst durchführen. Wir benutzen dabei die leicht zu verificirende Relation

$$(\Theta.)\quad \frac{\vartheta[\varepsilon]\left(v_1+\frac{\gamma_1'}{2}\pi i+\sum\limits_1^p\frac{\gamma_\mu}{2}a_{1,\mu}\,\ldots\,v_p+\frac{\gamma_p'}{2}\pi i+\sum\limits_1^p\frac{\gamma_\mu}{2}a_{p,\mu}\right)}{\vartheta[\eta]\left(v_1+\frac{\gamma_1'}{2}\pi i+\sum\limits_1^p\frac{\gamma_\mu}{2}a_{1,\mu}\,\ldots\,v_p+\frac{\gamma_p'}{2}\pi i+\sum\limits_1^p\frac{\gamma_\mu}{2}a_{p,\mu}\right)} = \frac{\vartheta[\varepsilon+\gamma](v)}{\vartheta[\eta+\gamma](v)}\, e^{-\frac{\pi i}{2}\sum\limits_1^p\gamma_\nu(\varepsilon_\nu'-\eta_\nu')}\,,$$

in der die γ wie die ε und η ganze Zahlen bezeichnen.

Sollen nun $\vartheta[\varepsilon](v)$ und $\vartheta[\eta](v)$ nicht verschwinden für $(v) = (0)$, so müssen ihre Characteristiken nothwendig in der Form $(\varkappa)+\sum^{p}(a)$ enthalten sein. Wir nehmen an, dass von den p Characteristiken (a), die zu $(\varkappa)$ addirt die Characteristik (ε) constituiren, $p-m$ identisch sind mit $p-m$ der p Characteristiken (a), die zu $(\varkappa)$ addirt die Characteristik (η) bilden. Dem entsprechend setzen wir

$$(\varepsilon) = (\varkappa) + \sum^{p-m}(a) + \sum^{m}(a)'\ ,\quad (\eta) = (\varkappa) + \sum^{p-m}(a) + \sum^{m}(a)''\,,$$

indem wir unter (a) eine der $p-m$, in beiden Ausdrücken vorkommenden Characteristiken verstehen, unter $(a)'$ eine der m, nur in dem Ausdrucke für (ε) vorkommenden, unter $(a)''$ eine der m, nur in dem Ausdrucke für (η) vorkommenden Characteristiken. Dann erhalten wir

$$\frac{\vartheta[\varepsilon]((0))}{\vartheta[\eta]((0))} = \frac{\vartheta[(\varkappa)+\overset{p-m}{\Sigma}(a)+\overset{m}{\Sigma}(a)']((0))}{\vartheta[(\varkappa)+\overset{p-m}{\Sigma}(a)+\overset{m}{\Sigma}(a)'']((0))},$$

und dieser Quotient lässt sich algebraisch durch die $2p+1$ Verzweigungspuncte α ausdrücken. Die $p-m$ Verzweigungspuncte, auf die sich die $p-m$ Characteristiken (a) beziehen, bezeichnen wir durch $\alpha_{\mu_1}, \alpha_{\mu_2}, \ldots, \alpha_{\mu_{p-m}}$: die m Verzweigungspuncte, auf die sich die m Characteristiken $(a)'$ beziehen, durch $\alpha'_{\nu_1}, \ldots, \alpha'_{\nu_m}$: endlich die m Verzweigungspuncte, auf die sich die Characteristiken $(a)''$ beziehen, durch $\alpha''_{\nu_1}, \ldots, \alpha''_{\nu_m}$: dann werden diese $p+m$ Verzweigungspuncte alle unter einander verschieden sein. Bezeichnen wir demnach die noch übrigen $p+1-m$ endlichen Verzweigungspuncte durch $\alpha_{\varrho_1}, \ldots, \alpha_{\varrho_{p+1-m}}$, und entsprechend durch $(a)_{\varrho_\sigma}$ die auf den Verzweigungspunct α_{ϱ_σ} sich beziehende Characteristik, so lässt s^2 sich schreiben:

$$\begin{aligned} s^2 = \;& (x-\alpha_{\mu_1})\ldots(x-\alpha_{\mu_{p-m}})(x-\alpha'_{\nu_1})\ldots(x-\alpha'_{\nu_m}) \\ & \times(x-\alpha_{\varrho_1})\ldots(x-\alpha_{\varrho_{p+1-m}})(x-\alpha''_{\nu_1})\ldots(x-\alpha''_{\nu_m}), \end{aligned}$$

und die zwischen den sämmtlichen $2p+1$ Characteristiken bestehende Relation (vergl. Art. 6) nimmt die Form an:

$$\overset{p-m}{\Sigma}(a)+\overset{m}{\Sigma}(a)'+\overset{m}{\Sigma}(a)''+\sum_{\sigma=1}^{p+1-m}(a)_{\varrho_\sigma} = \begin{pmatrix} 2p, & 2p-2, & \ldots, & 4, & 2 \\ 2, & 2 & \ldots, & 2, & 2 \end{pmatrix} = (2\varkappa).$$

Um nun den obigen Quotienten durch die Verzweigungspuncte α auszudrücken, betrachten wir die algebraische Function

$$\text{I.}\qquad r = \frac{\vartheta[(\varkappa)+\overset{m}{\Sigma}(a)']((u^{x,s}+\sum_1^{p-m}u^{x_\nu,s_\nu}))}{\vartheta[(\varkappa)+\overset{m}{\Sigma}(a)'']((u^{x,s}+\sum_1^{p-m}u^{x_\nu,s_\nu}))},$$

und es mögen für's erste die $p-m$ Puncte x_ν, s_ν willkürlich gewählte Lagen einnehmen. Als Functionen des Punctes x, s betrachtet werden dann sowohl die ϑ im Zähler wie die ϑ im Nenner gleichzeitig 0^1 für die $p-m$ Puncte $x_\nu, -s_\nu$; die ϑ im Zähler wird ausserdem noch 0^1 für die m Verzweigungspuncte α', die ϑ im Nenner noch 0^1 für die m Verzweigungs-

puncte α''. Der Quotient r ist demnach eine in T' einwerthige und stetige algebraische Function, die 0^1 wird nur in den m Puncten α', ∞^1 nur in den m Puncten α'', und beim Ueberschreiten der Querschnitte Factoren ± 1 erlangt. r^2 ist folglich eine wie T verzweigte Function, und da zugleich r eine symmetrische Function aller $p+1-m$ Puncte $x, s;\ x_1, s_1;\ \ldots;\ x_{p-m}, s_{p-m}$ ist, so findet man unmittelbar

$$\text{II.}\qquad r = \Gamma . \prod_{s=0}^{s=p-m} \frac{\sqrt{(\alpha'_{\nu_1}-x_s)(\alpha'_{\nu_2}-x_s)\ldots(\alpha'_{\nu_m}-x_s)}}{\sqrt{(\alpha''_{\nu_1}-x_s)(\alpha''_{\nu_2}-x_s)\ldots(\alpha''_{\nu_m}-x_s)}} ,$$

wobei Γ einen von allen Grössen x unabhängigen constanten Factor bezeichnet, und unter dem Symbole x_0, das bei der Entwicklung des Productes auftritt, die Grösse x zu verstehen ist.

Wir substituiren jetzt in beiden Ausdrücken r für x, s den Verzweigungspunct ∞, und für die $p-m$ Puncte x_ν, s_ν die $p-m$ Verzweigungspuncte $\alpha_{\mu_1}, \alpha_{\mu_2}, \ldots, \alpha_{\mu_{p-m}}$. Dann geht der erste Ausdruck r über in

$$\text{I}_1.\qquad r_1 = \frac{\vartheta[(z)-\sum^{p-m}(a)-\sum^{m}(a)']\,[0]}{\vartheta[(z)-\sum^{p-m}(a)-\sum^{m}(a)'']\,[0]}\; e^{\frac{\pi i}{2}\sum_1^p \gamma_\nu(\varepsilon'_\nu-\eta'_\nu)} ,$$

wobei die Zahlen γ_ν und $\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu$ sich aus den Characteristiken-Gleichungen

$$(\gamma) = \sum^{p-m}(a) \quad , \quad (\varepsilon-\eta) = \sum^{m}(a)' - \sum^{m}(a)''$$

bestimmen. Entsprechend geht durch diese Substitution der zweite Ausdruck r über in

$$\text{II}_1.\qquad r_1 = \Gamma . \frac{\sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_1})}\ \ldots\ \sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_m})}}{\sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_1})}\ \ldots\ \sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_m})}} ,$$

wenn mit $\varphi(x)$ die Function

$$\varphi(x) = (x-\alpha_{\mu_1})(x-\alpha_{\mu_2})\ldots(x-\alpha_{\mu_{p-m}})$$

bezeichnet wird. Dem Grenzfalle $m=p$ entspricht $\varphi(x)=1$.

Wir substituiren ferner in beiden Ausdrücken der Function r für die $p+1-m$ Puncte $x, s;\ x_1, s_1;\ \ldots;\ x_{p-m}, s_{p-m}$ die $p+1-m$ Verzweigungspuncte α_{ϱ_σ}. Mit Berücksichtigung der Gleichung

$$\sum_{\sigma=1}^{p+1-m}(a)_{\varrho_\sigma} = (2\varkappa) - \sum^{p-m}(a) - \sum^{m}(a)' - \sum^{m}(a)''$$

geht dann der erste Ausdruck r über in

I₂. $$r_2 = \frac{\vartheta[(3\varkappa) - \overset{p-m}{\Sigma}(a) - \overset{m}{\Sigma}(a)''](0)}{\vartheta[(3\varkappa) - \overset{p-m}{\Sigma}(a) - \overset{m}{\Sigma}(a)'](0)} e^{-\frac{\pi i}{2}\sum_1^p \delta_\nu(\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu)},$$

wobei die Zahlen δ_ν sich aus der Characteristiken-Gleichung

$$(\delta) = \sum_{\sigma=1}^{p+1-m} (a)_{\varrho_\sigma}$$

bestimmen, und die Zahlen $\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu$ dieselben sind, wie die in der Formel I₁. vorkommenden. Da ferner, der Relation $(\Theta_3.)$ gemäss, eine gerade ϑ ungeändert bleibt, wenn man ihrer Characteristik das negative Vorzeichen giebt, und ebenso wenig eine beliebige Function $\vartheta[\varepsilon](v)$ eine Aenderung erleidet, wenn man ihre Characteristik $[\varepsilon]$ um die Characteristik $[4\varkappa]$ vermehrt, indem dadurch jedes ε oder ε' um ganze Vielfache der Zahl 4 geändert wird: so kann man in r_2, ohne eine Werthänderung zu bewirken, die beiden ϑ-Characteristiken in's Entgegengesetzte verwandlen und dann noch zu jeder die Characteristik $[4\varkappa]$ zuaddiren. Man erhält dann

I₂. $$r_2 = \frac{\vartheta[(\varkappa) - \overset{p-m}{\Sigma}(a) - \overset{m}{\Sigma}(a)''](0)}{\vartheta[(\varkappa) + \overset{p-m}{\Sigma}(a) + \overset{m}{\Sigma}(a)'](0)} e^{-\frac{\pi i}{2}\sum_1^p \delta_\nu(\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu)}.$$

Entsprechend geht der zweite Ausdruck r über in

II₂. $$r_2 = \Gamma.\frac{\sqrt{\psi(\alpha'_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\psi(\alpha'_{\nu_m})}}{\sqrt{\psi(\alpha''_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\psi(\alpha''_{\nu_m})}},$$

wenn mit $\psi(x)$ die Function

$$\psi(x) = (x - \alpha_{\varrho_1})(x - \alpha_{\varrho_2})\ \dots\ (x - \alpha_{\varrho_{p+1-m}})$$

bezeichnet wird.

Bilden wir nun aus den Gleichungen I. das Product $r_1 r_2$, aus den Gleichungen II. dasselbe Product, und setzen die gefundenen Werthe einander gleich, so resultirt

$$e^{-\frac{\pi i}{2}\sum_1^p(\gamma_\nu + \delta_\nu)(\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu)} = \Gamma^2.\frac{\sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_1})\psi(\alpha'_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_m})\psi(\alpha'_{\nu_m})}}{\sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_1})\psi(\alpha''_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_m})\psi(\alpha''_{\nu_m})}}.$$

Durch Combination dieses Resultates mit den beiden Ausdrücken für r_1 erhält man unmittelbar den verlangten algebraischen Ausdruck für den ϑ-Quotienten. Man findet

III. $$\frac{\vartheta^2[(\varkappa) - \overset{p-m}{\Sigma}(a) + \overset{m}{\Sigma}(a)'](0)}{\vartheta^2[(\varkappa) + \overset{p-m}{\Sigma}(a) + \overset{m}{\Sigma}(a)''](0)} = \varrho.\frac{\sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_1})\psi(\alpha'_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\varphi(\alpha'_{\nu_m})\psi(\alpha'_{\nu_m})}}{\sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_1})\psi(\alpha'_{\nu_1})}\ \dots\ \sqrt{\varphi(\alpha''_{\nu_m})\psi(\alpha'_{\nu_m})}},$$

wo ϱ den Zahlenfactor

$$\varrho = e^{\frac{\pi i}{2}\sum\limits_1^p (\gamma_\nu-\delta_\nu)(\varepsilon'_\nu-\eta'_\nu)}$$

bezeichnet, und die ganzen Zahlen $\gamma_\nu - \delta_\nu$ und $\varepsilon'_\nu - \eta'_\nu$ sich aus den Characteristiken-Gleichungen

$$(\gamma-\delta) = -2(\varkappa) - 2\sum^{p-m}(a) - \sum^{m}(a)' - \sum^{m}(a)'' , \qquad (\varepsilon-\eta) = \sum^{m}(a)' - \sum^{m}(a)''$$

bestimmen. Da ϱ ungeändert bleibt, wenn man die Zahlen $\gamma_\nu - \delta_\nu$ beliebig um ganze Vielfache der Zahl 4 ändert, so kann man die Zahlen $\gamma_\nu - \delta_\nu$ auch aus der Gleichung

$$(\gamma-\delta) = 2(\varkappa) + 2\sum^{p-m}(a) + \sum^{m}(a)' + \sum^{m}(a)''$$

bestimmen, und erhält dann, wenn man berücksichtigt, dass die rechte Seite der letzten Gleichung auch erhalten werden kann durch Addition der früher mit $[\varepsilon]$ bezeichneten ϑ-Characteristik im Zähler von III. und der mit $[\eta]$ bezeichneten ϑ-Characteristik im Nenner von III., dass also $(\gamma-\delta) = (\varepsilon+\eta)$, $\gamma_\nu - \delta_\nu = \varepsilon_\nu + \eta_\nu$ gesetzt werden darf, für ϱ die einfachere Form

$$\varrho = e^{\frac{\pi i}{2}\sum\limits_1^p (\varepsilon_\nu+\eta_\nu)(\varepsilon'_\nu-\eta'_\nu)} ,$$

wo die Zahlen ε und η sich aus den Characteristiken-Gleichungen

$$(\varepsilon) = (\varkappa) + \sum^{p-m}(a) + \sum^{m}(a)' , \qquad (\eta) = (\varkappa) + \sum^{p-m}(a) + \sum^{m}(a)''$$

bestimmen.

16.

Gehen wir zurück auf die algebraisch darzustellende Function R zu Ende des Art. 11, so können wir die Characteristik $[\varepsilon]$ der ϑ-Function im Zähler in der Form $\sum\limits^{m}(a)$, $m \leqq p$, voraussetzen. Führen wir dann in beiden ϑ-Functionen das Constantensystem (k), der Formel (Θ_{7}) gemäss, in die ϑ-Characteristiken ein, so geht R bis auf einen Zahlenfactor über in

$$R = \frac{\vartheta[(\varkappa)+\sum\limits^{m}(a)]\left(\!\left(u+\sum\limits_1^n u^{x_\nu,s_\nu}\right)\!\right)}{\vartheta[\varkappa]\left(\!\left(u+\sum\limits_1^n u^{x_\nu,s_\nu}\right)\!\right)} .$$

Als Function des Punctes x, s betrachtet wird R ∞^1 für die p Puncte, die durch die Gleichung $\Delta_{\varrho,n} = 0$ mit den n Puncten $x_1, s_1; \ldots ; x_n, s_n$ verknüpft sind. Die Factoren ± 1,

die R an den Querschnitten erlangt, sind durch die Characteristik $\overset{m}{\Sigma}(a)$ bestimmt: in Folge dessen hat die zu R gehörige characteristische Function die Form

$$\sqrt{f(x)} = \sqrt{(x-\alpha_1)^{\beta_1}\ \ldots\ (x-\alpha_\nu)^{\beta_\nu}\ \ldots\ (x-\alpha_{2p+1})^{\beta_{2p+1}}}\ ,$$

wo allgemein β_ν den Werth 1 oder 0 hat, jenachdem die Characteristik $(a)_\nu$, die sich auf den Verzweigungspunct α_ν bezieht, unter den m Characteristiken in $\overset{m}{\Sigma}(a)$ vorkommt oder nicht. Von den $2p+1$ Grössen β werden also m den Werth 1 haben, die übrigen den Werth 0. Demnach ist $\sqrt{f(x)}$ eine in T' einwerthige und stetige Function, die für $x=\infty$ unendlich von der m^{ten} Ordnung (∞^m) wird und an den Querschnitten dieselben Factoren $(-1)^{\varepsilon_\nu}$, $(-1)^{\varepsilon'_\nu}$ erlangt wie R. Das Product der beiden Functionen R und $\sqrt{f(x)}$ erlangt an jedem der $2p$ Querschnitte den Factor $+1$, ist folglich eine wie T verzweigte, d. h. rational durch x und s darstellbare Function. Da diese Function, $R.\sqrt{f(x)}$, für $x=\infty$ unendlich wird von der Ordnung m und ferner noch ∞^1 für die p Wurzeln der Gleichung $\Delta_{\varrho,n}=0$, für die R ∞^1 wird, so können wir setzen:

$$R.\sqrt{f(x)} = \frac{A_1 s + A_2}{\Delta_{\varrho,n}}\ ,$$

wo A_1, A_2 rationale ganze Functionen von x bezeichnen, und unter $\Delta_{\varrho,n}$ die Determinante des Art. 10 zu verstehen ist. Die linke Seite dieser Gleichung verschwindet für jeden der m Verzweigungspuncte, die der Gleichung $f(x)=0$ genügen: in Folge dessen müssen diese m Verzweigungspuncte auch Wurzeln der Gleichung $A_2=0$ sein, indem sonst die rechte Seite nicht mit der linken zugleich verschwinden würde. Die Function $f(x)$ muss demnach Theiler von A_2 sein, so dass $A_2 = B_1.f(x)$, wo B_1 wieder eine rationale ganze Function von x bezeichnet. Führen wir diesen Ausdruck an Stelle von A_2 in die obige Gleichung ein, dividiren linke und rechte Seite derselben durch $\sqrt{f(x)}$ und setzen statt A_1 und B_1 rationale ganze Functionen von noch zu bestimmendem Grade σ und τ resp. ein, so folgt für R die bis auf die Constanten bestimmte Form

$$R = \frac{(a_0 + a_1 x + \ldots + a_\sigma x^\sigma)\dfrac{s}{\sqrt{f(x)}} + (b_0 + b_1 x + \ldots + b_\tau x^\tau)\sqrt{f(x)}}{\Delta_{\varrho,n}}\ .$$

Die Werthe von σ und τ bestimmen sich durch die Bedingung, dass für $x=\infty$ der Zähler von derselben Ordnung unendlich werden muss wie der Nenner $\Delta_{\varrho,n}$, indem für diesen Werth von x der ϑ-Quotient R weder ∞ noch 0 wird. Da $\Delta_{\varrho,n}$ für $x=\infty$ unendlich gross von

der Ordnung $n+p$ wird, so erhalten wir zur Bestimmung der höchsten Werthe, die die ganzen Zahlen σ und τ nicht überschreiten dürfen, die Gleichungen

$$2\sigma+2p+1-m \leq n+p\,, \qquad 2\tau+m \leq n+p\,,$$

$$2\sigma \leq m+n-p-1\,, \qquad 2\tau \leq n+p-m\,.$$

Ist nun $m+n+p$ eine gerade Zahl, so ergeben sich die Werthe

$$\sigma=\frac{m+n-p-2}{2}\,, \qquad \tau=\frac{n+p-m}{2}\,;$$

ist dagegen $m+n+p$ eine ungerade Zahl, so folgt

$$\sigma=\frac{m+n-p-1}{2}\,, \qquad \tau=\frac{n+p-m-1}{2}\,.$$

In beiden Fällen ist

$$\sigma+\tau=n-1\,, \qquad \tau=n-\sigma-1\,;$$

die Anzahl der Constanten a, b im Zähler von R beträgt demnach in jedem Falle $n+1$. Diese $n+1$ Constanten a, b müssen so bestimmt werden, dass der Zähler 0^1 wird für die n Puncte $x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$, für die der Nenner $\Delta_{\varrho,n}$, als Function von x, s betrachtet, 0^1 wird, während der ϑ-Quotient R für diese Puncte endliche Werthe hat. Bezeichnet man den Zähler mit Z und stellt die n Bedingungsgleichungen, denen die Constanten a, b genügen müssen, auf, so findet man

$$Z\,.\,\Delta'_{\sigma,n} = a_\sigma\,.\,\Delta_{\sigma,n}\,,$$

wobei mit $\Delta_{\sigma,n}$ die Determinante

$$\Delta_{\sigma,n}=\begin{vmatrix}
\frac{s}{\sqrt{f(x)}}x^{\sigma}, & \frac{s_1}{\sqrt{f(x_1)}}x_1^{\sigma} & \ldots\ldots, & \frac{s_n}{\sqrt{f(x_n)}}x_n^{\sigma} \\
\frac{s}{\sqrt{f(x)}}x^{\sigma-1}, & \frac{s_1}{\sqrt{f(x_1)}}x_1^{\sigma-1} & \ldots\ldots & \frac{s_n}{\sqrt{f(x_n)}}x_n^{\sigma-1} \\
\vdots & \ldots & \ldots & \ldots \\
\frac{s}{\sqrt{f(x)}}, & \frac{s_1}{\sqrt{f(x_1)}} & \ldots\ldots & \frac{s_n}{\sqrt{f(x_n)}} \\
\sqrt{f(x)}\,.\,x^{n-\sigma-1}, & \sqrt{f(x_1)}\,.\,x_1^{n-\sigma-1} & \ldots\ldots & \sqrt{f(x_n)}\,.\,x_n^{n-\sigma-1} \\
\vdots & \ldots & \ldots & \ldots \\
\sqrt{f(x)}\,.\,x, & \sqrt{f(x_1)}\,.\,x_1 & \ldots\ldots & \sqrt{f(x_n)}\,.\,x_n \\
\sqrt{f(x)}, & \sqrt{f(x_1)} & \ldots\ldots, & \sqrt{f(x_n)}
\end{vmatrix}$$

bezeichnet ist, und mit $\Delta'_{\sigma,n}$ diejenige Determinante, die aus der obigen durch Weglassen der ersten Horizontalreihe und der ersten Verticalreihe links entsteht, und die demnach von x, s unabhängig ist.

Somit ist der Zähler Z in dem algebraischen Ausdrucke für R bis auf einen von x unabhängigen Factor bestimmt, den wir mit C bezeichnen, so dass $Z = C \cdot \Delta_{\sigma,n}$. Führt man diesen Werth ein, so erhält man als Endresultat

$$R = \frac{\vartheta[(\varkappa) + \sum^{m} (a)]\left(\left(u + \sum_{1}^{n} u^{x_\nu, s_\nu}\right)\right)}{\vartheta[\varkappa]\left(\left(u + \sum_{1}^{n} u^{x_\nu, s_\nu}\right)\right)} = C \cdot \frac{\Delta_{\sigma,n}}{\Delta_{\varrho,n}},$$

wo also C von x unabhängig ist. Diese Grösse C zeigt sich als eine, auch von den n Puncten $x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$ unabhängige Constante, wenn man berücksichtigt, dass R eine symmetrische Function der $n+1$ Puncte $x, s; x_1, s_1; \ldots; x_n, s_n$ ist. Der Quotient der beiden Determinanten ist nämlich eine symmetrische Function der $n+1$ Puncte, folglich muss auch die Grösse C auf gleiche Weise von jedem der $n+1$ Puncte abhängig sein, muss also, da sie von x unabhängig ist, auch von den n übrigen Grössen $x_1, x_2, \ldots, x_n$ unabhängig, d. h. eine vollkommene Constante sein. Der Werth von C hängt, wie schon erwähnt, auf algebraische Weise von den Verzweigungspuncten α ab, und dieses soll zum Schlusse noch kurz gezeigt werden.

Es ist

$\varrho = \frac{n-p-2}{2}$, wenn $n+p$ gerade; $\varrho = \frac{n-p-1}{2}$, wenn $n+p$ ungerade;

$\sigma = \frac{m+n-p-2}{2}$, wenn $m+n+p$ gerade; $\sigma = \frac{m+n-p-1}{2}$, wenn $m+n+p$ ungerade.

Lässt man nun der Reihe nach die Puncte $x_n, s_n; x_{n-1}, s_{n-1}; \ldots; x_{p+2}, s_{p+2}$ in's Unendliche rücken und geht jedes Mal zur Grenze über, so erkennt man leicht, dass dadurch der Quotient der beiden Determinanten bis auf einen Factor ± 1 in den Quotienten übergeht, der dem Falle $n = p+1$ entspricht. Man hat also

$$\frac{\vartheta[(\varkappa) + \sum^{m} (a)]\left(\left(u + \sum_{1}^{p+1} u^{x_\nu, s_\nu}\right)\right)}{\vartheta[\varkappa]\left(\left(u + \sum_{1}^{p+1} u^{x_\nu, s_\nu}\right)\right)} = \pm C \cdot \frac{\Delta_{\sigma, p+1}}{\Delta_{0, p+1}},$$

wo $\sigma = \frac{m}{2}$, wenn m gerade; $\sigma = \frac{m-1}{2}$, wenn m ungerade.

Die Constante C hat denselben Werth wie früher. Lassen wir jetzt den Punct x_{p+1}, s_{p+1} in's Unendliche rücken, so resultirt

$$\frac{\vartheta[(z)+\sum\limits^{m}(a)]\left(u+\sum\limits_{1}^{p}u^{x_\nu,s_\nu}\right)}{\vartheta[z]\left(u+\sum\limits_{1}^{p}u^{x_\nu,s_\nu}\right)}=\pm C\cdot\frac{\Delta_{\sigma,p}}{N}\quad,$$

wo $N=(x-x_1)\ldots(x-x_p)(x_1-x_2)\ldots(x_1-x_p)(x_2-x_3)\ldots(x_2-x_p)\ldots(x_{p-1}-x_p)$,

$$\sigma=\frac{m-2}{2}\;,\quad\text{wenn } m \text{ gerade}\;;\qquad \sigma=\frac{m-1}{2}\;,\quad\text{wenn } m \text{ ungerade.}$$

Diese specielle Formel habe ich schon früher in meiner Arbeit: »*Neue Theorie der ultra-elliptischen Functionen*« mitgetheilt. Lassen wir endlich noch den Punct x,s in's Unendliche rücken, so folgt

$$\frac{\vartheta[(z)+\sum\limits^{m}(a)]\left(\sum\limits_{1}^{p}u^{x_\nu,s_\nu}\right)}{\vartheta[z]\left(\sum\limits_{1}^{p}u^{x_\nu,s_\nu}\right)}=\pm C\cdot\frac{\Delta}{N_1}\quad.$$

wo

$$\Delta=\begin{vmatrix}\dfrac{s_1}{\sqrt{f(x_1)}}x_1^{\sigma} & ,\;\ldots\;, & \dfrac{s_p}{\sqrt{f(x_p)}}x_p^{\sigma}\\ \vdots & \cdots & \vdots\\ \dfrac{s_1}{\sqrt{f(x_1)}} & \ldots & \dfrac{s_p}{\sqrt{f(x_p)}}\\ \sqrt{f(x_1)}\,.\,x_1^{p-\sigma-2}, & \ldots\;, & \sqrt{f(x_p)}\,.\,x_p^{p-\sigma-2}\\ \vdots & \cdots & \vdots\\ \sqrt{f(x_1)} & ,\;\ldots\;, & \sqrt{f(x_p)}\end{vmatrix}$$

$$N_1=(x_1-x_2)\;\ldots\;(x_1-x_p)(x_2-x_3)\;\ldots\;(x_2-x_p)\;\ldots\;(x_{p-1}-x_p)$$

und

$$\sigma=\frac{m-2}{2},\ \text{wenn } m \text{ gerade};\qquad \sigma=\frac{m-3}{2},\ \text{wenn } m \text{ ungerade.}$$

Der mögliche Werth $\sigma=-1$ für $m=1$ ist dahin zu interpretiren, dass alsdann die Grössen $s_1, s_2, \ldots, s_p$ in der Determinante Δ nicht vorkommen, und dieselbe mit dem Gliede $\sqrt{f(x_1)}\cdot x_1^{p-1}$ links oben beginnt.

Die letzte Gleichung ist zur Bestimmung der Constante C geeignet. Man erkennt sofort, dass man für die p Puncte $x_1, s_1; \ldots; x_p, s_p$ auf mehrfache Weise solche Verzweigungspuncte einführen kann, dass die linke Seite der Gleichung bis auf einen Zahlenfactor in den Quotienten zweier nicht verschwindenden ϑ mit den Argumenten (0) und Characteristiken von der Form $(\varkappa) + \overset{p}{\Sigma}(a)$ übergeht: und da nach Art. 15 ein jeder solcher ϑ-Quotient sich algebraisch explicite durch die Verzweigungspuncte ausdrücken lässt, so ist auch die Constante C eine algebraische Function der $2p+1$ endlichen Verzweigungspuncte a. Um den Ausdruck für C zu gewinnen, empfiehlt sich dasselbe Verfahren, das in Art. 15 zur Bestimmung der Constante Γ angewandt wurde.

Durch Division zweier Formen R mit verschiedenen Zählerfunctionen und successive Einführung des Werthes ∞ für die Grössen x_p, x_{p-1}, u. s. w., so lange wie keine ϑ identisch verschwindet, kann man noch speciellere Functionen erhalten, auf die ich hier nicht näher eingehen will.




Neue Denkschriften

der

allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft

für die

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band XXII.

oder: Dritte Dekade. Band II.

mit XX Tafeln.

ZÜRICH

auf Kosten der Gesellschaft

Druck von Zürcher & Furrer.

In Commission bei H. Georg in Genf und Basel.

1867.

Band I. 1837. $38^1/_2$ Bog. 9 Taf.

Schinz, H. R. Fauna helvetica. Wirbelthiere.
Charpentier, J. Fauna helvetica. Mollusques.
Studer, B. Gebirgsmasse Davos.
Otth, A. Froschgattung Discoglossus.
Tschudi, J. Schweizerische Echsen.

Band II. 1838. 47 Bog. 9 Taf.

Schinz, H. R. Arten der wilden Ziegen.
Stähelin, C. Badquellen zu Meltingen, Eptingen, Bubendorf.
Merian, P.; Trechsel, F.; Meyer, D. Meteorologische Beobachtungen in Basel, Bern und St. Gallen.
Gressly, A. Observations géologiques sur le Jura soleurois. 1re partie.
Heer, O. Käfer der Schweiz. I. Theil. 1. Lieferung.
— — „ „ „ II. „ 1. Lieferung.

Band III. 1839. $62^1/_2$ Bog. 27 Taf.

Escher v. d. L., A. Contactverhältnisse zwischen Feldspathgestein und Kalk.
Escher v. d. L., A. und **Studer, B.** Geologie von Mittel-Bünden.
Agassiz, L. Echinodermes fossiles de la Suisse. 1re partie. Spatangoides.
Moritzi, A. Gefässpflanzen Graubündens.

Band IV. 1840. $46^1/_4$ Bog. 22 Taf.

Heer, O. Käfer der Schweiz. I. Theil. 2. Lieferung.
Agassiz, L. Echinodermes fossiles de la Suisse. 2e partie. Cidarides.
Vogt, C. Zur Neurologie der Reptilien.
Gressly, A. Jura soleurois. 2e partie.

Band V. 1841. $54^1/_2$ Bog. 17 Taf.

De Candolle, A. P. et **Alph.** Monstruosités végétales.
Nägeli, C. Cirsien der Schweiz.
Blanchet, R. Sur quelques insectes qui nuisent à la vigne.
Gressly, A. Jura soleurois. 3e et dernière partie.
Heer, O. Käfer der Schweiz. I. Theil. 3. Lieferung.

Band VI. 1842. $26^1/_4$ Bog. 20 Taf.

Neuwyler, M. Generationsorgane von Unio und Anodonta.
Valentin, G. Zur Anatomie des Zitteraals.
Nicolet, H. Podurelles.
Martins, Ch. Hypsométrie des Alpes pennines.
Lusser, F. Nachträgliche Bemerkungen zum geognostischen Durchschnitt vom Gotthard bis Art (Alte Denkschriften Bd. I. 1).

Band VII. 1845. $21^1/_2$ Bog. 21 Taf.

Vogt, C. Zur Naturgeschichte der schweizerischen Crustaceen.
Vogt, C. Anatomie der Lingula anatina.
Agassiz, L. Iconographie des coquilles tertiaires, etc.
Brunner, C. Polyporus tuberaster, Pietrafungaja.
Sacc, F. Parties constituantes de la nourriture, etc.
Sacc, F. Propriétés de l'huile de lin.
Studer, B. Hauteurs barométriques dans le Piémont, en Valais, en Savoie.
Brunner, C. Ultramarin.

Band VIII. 1847. $50^1/_2$ Bog. 17 Taf.

Kölliker, A. Bildung der Samenfädchen in Bläschen.
Mousson, A. Thermen von Aix in Savoyen.
Raabe, J. Ueber die Factorielle etc.
Koch, H. und **Kölliker, A.** Zur Entwickelungsgeschichte von Eunice.
Heer, O. Insektenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und Radoboj in Croatien. (1. Abtheilung.)

Band IX. 1847. $51^1/_2$ Bog. 13 Taf.

Schweizer, E. Doppelsalze der chromsauren Kali mit etc.
Nägeli, C. Die neuern Algensysteme.
Bremi, J. Zur Monographie der Gallmücken (Cecidomya).
Deschwanden, J. W. v. Ueber Locomotiven für geneigte Bahnen.

Band X. 1849. $47^1/_2$ Bog. 13 Taf.

Amsler, J. Vertheilung des Magnetismus.
De Candolle, Alph. Sur le genre Gärtnera.
Sacc, F. Poules nourries avec de l'orge.
Braun, A. Schweizerische Characeen.
Hofmeister, H. Witterungsverhältnisse von Lenzburg (Taf. mit 39 bezeichnet).
Brunner, C., Sohn. Cohäsion der Flüssigkeiten.
Nägeli, C. Gattungen einzelliger Algen.

Band XI. 1850. $55^1/_4$ Bog. 22 Taf.

Zweite Folge: 1. Band.

Heer, O. Insektenfauna von Radoboj und Oeningen. 2. Abtheilung.
Rütimeyer, L. Ueber das schweizerische Nummulitenterrain etc.
Sacc, F. Fonction de l'acide pectique, etc.
— — Analyse des graines de pavot blanc.
Henry, Delcroz, Trechsel. Observations astronomiques pour . . . la latitude de Berne.

Band XII. 1852. $72^1/_2$ Bog. 17 Taf.

Amsler, J. Wärmeleitung in festen Körpern.
Brunner, C. Environs du lac de Lugano.
Girard, Ch. Révision du genre Cottus.
Quiquerez, A. Terrain sidérolithique du Jura bernois.
Brunner, C. Elementaranalyse organischer Substanzen.
Frick, R. Schlesische Grünsteine.
Bruch, C. Zur Entwickelungsgeschichte des Knochensystems.
Meyer-Dür, R. Fauna helvetica. Schmetterlinge. 1. Tagfalter.

Band XIII. 1853. $86^1/_2$ Bog. 36 Taf.

De La Harpe, J. C. Lépidoptères. IV. Phalénides et 1er Supplément.
Mousson, A. Whewellsche Streifen.
Stähelin, Chr. Messung von Kräften mittelst der Bifilarsuspension.
Heer, O. Insektenfauna der Tertiärgebilde von Oeningen und Radoboj. 3. Abtheilung.
Escher v. d. L., A. Gebirgsarten im Vorarlberg.

Band XIV. 1855. 64 3/4 Bog. 20 Taf.

Zschokke, Th. Ueberschwemmungen von 1852.
Pestalozzi, H. Höhenänderungen des Zürichsee's.
Renevier, E. Perte du Rhône.
Denzler, H. Untere Schneegränze während des Jahres.
Greppin, J. B. Terrains modernes du Jura bernois.
De la Harpe. IV. Phalénides. 2e Supplément.
— — V. Pyrales.
Mousson, A. Veränderungen des galvanischen Leitungswiderstandes.
Volger, H. O. Epidot und Granat.

Band XV. 1857. 60 1/2 Bog. 30 Taf.

Brunner-v. Wattenwyl, C. Stockhornmasse.
Heer, O. Fossile Pflanzen von St. Jorge in Madeira.
Greppin, J. B. Complément aux Terrains modernes du Jura bernois.
Hartung. Lanzarote und Fuertaventura.
Lebert. Pilzkrankheit der Fliegen.
Mösch, C. Flözgebirge im Aargau. 1. Theil.
Wild, H. Nobili'sche Farbenringe.
Rütimeyer, L. Anthracotherium magnum et hippoideum.

Band XVI. 1858. 52 Bog. 23 Taf.

Müller, Jean. Famille des Résédacées.
De la Harpe, J. C. Faune Suisse. Lépidoptères. VIe partie. Tortricides.
Gaudin, Ch.-Th. et **Strozzi, C.** 1er Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane.

Band XVII. 1860. 68 Bog. 53 Taf. und Kart.

Gräffe, Ed. Radiaten und Würmer in Nizza.
Ooster, W. A. Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses avec la description des espèces les plus remarquables.
Zschokke, Th. Gebirgsschichten im Tunnel zu Aarau.
Gaudin, Ch. et **Strozzi, C.** Contributions à la flore fossile italienne. 2e et 3e mémoire. (Val d'Arno. Travertins de Massa.)
Theobald, G. Unterengadin. Geognostische Skizze.
Meyer-Dür. Die schweizerische Orthopteren-Fauna.
Gaudin, Ch. et **Strozzi, C.** Contributions à la flore fossile italienne. 4e mémoire. Travertins Toscans par Ch. Gaudin et C. Strozzi. 5e mémoire. Tufs volcaniques de Lipari par Ch. Gaudin et le Baron Piraino de Mandralisca.
Kaufmann, F. Mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse.

Band XVIII. 1861. 68 Bog. 62 Taf.

Thurmann, Jul. Lethæa Bruntrutana ou Etudes paléontologiques, etc. Oeuvre posthume, terminée par A. Etallon. 1re partie.
Venetz, Ign., père. Extension des anciens glaciers. Oeuvre posthume, rédigée en 1857.
Ooster, W. A. Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses IVe partie.
Ooster, W. A. Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses. Ve partie. Suite de la description des figures au T. XVII.

Band XIX. 1862. 76 1/2 Bog. 47 Taf.

Rütimeyer, L. Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz.
Thurmann, J. et **Etallon, A.** Lethæa Bruntrutana. 2e partie.
Rütimeyer, L. Eocäne Säugethiere aus dem schweizerischen Jura.
Schläfli, A. Zur Climatologie des Thales von Janina.

Band XX. 1864. 64 1/2 Bog. 33 Taf.

Thurmann, J. et **Etallon A.** Lethæa Bruntrutana. 3e et dernière partie.
De la Harpe, J. 3e Supplément aux Phalénides.
Gaudin, Ch. et **Strozzi, C.** Contributions à la flore fossile italienne. 6e mémoire.
Schläfli, A. Zur physikalischen Geographie von Unter-Mesopotamien.
Cramer, C. Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen.

Band XXI. 1865. 63 1/4 Bog. 10 Taf.

Dritte Folge: 1. Band.

Heusser, J. Ch. und **Claraz, G.** Beiträge zur geognostischen und physikalischen Kenntniss der Provinz Buenos Ayres. 1. Abtheilung.
— — Description physique et géognostique de la Province argentine de Buenos Ayres. 2e part.
Heer, O. Fossile Pflanzen von Vancouver und Britisch-Columbien.
Stöhr, E. Die Kupfererze an der Mürtschenalp.
Quiquerez, A. Rapport sur la question d'épuisement des minérais de fer du Jura bernois.
Dietrich, K. Insektenfauna des Kantons Zürich: Käfer.

Band XXII. 1867. 74 3/4 Bog. 20 Taf.

Capellini, J. et **Heer, O.** Les Phyllites crétacées du Nebrasca.
Rütimeyer, L. Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes etc. 1. und 2. Abtheilung.
Heer, O. Fossile Hymenopteren aus Oeningen und Radoboj.
Lang, Fr. und **Rütimeyer, L.** Die fossilen Schildkröten von Solothurn.
Fick, A. Untersuchungen über Muskel-Arbeit.
Christ, H. Ueber die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette.
Prym, Fr. Zur Theorie der Funktionen in einer zweiblättrigen Fläche.

